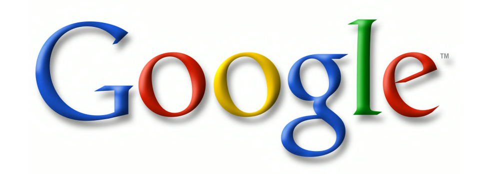
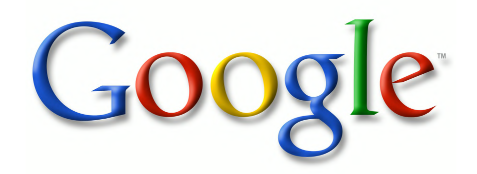
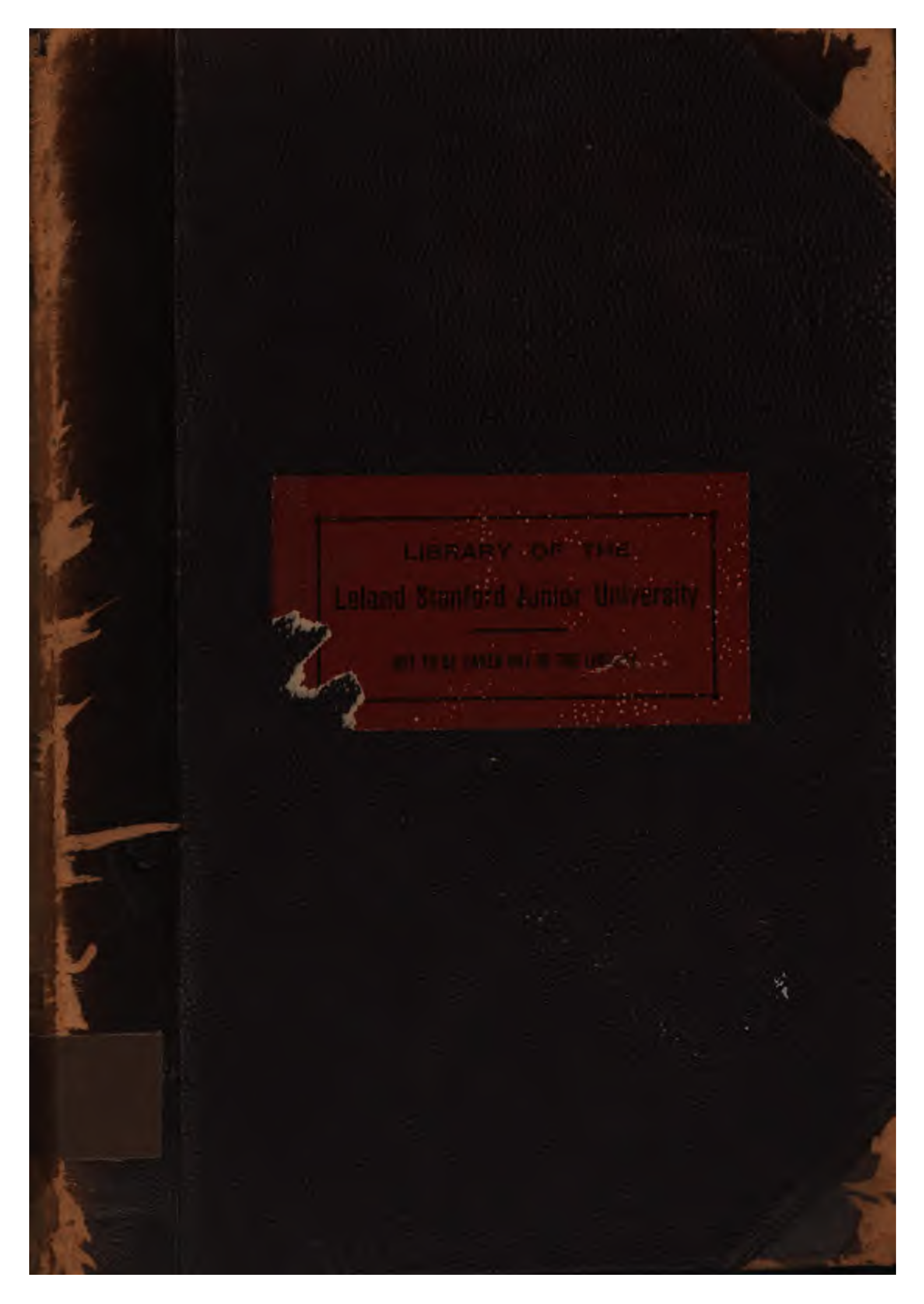





LIBRARY OF THE
Leland Stanford Junior University

HANDBUCH

für

SPECIELLE EISENBAHN-TECHNIK.

Fünfter Band.



HANDBUCH

für

SPECIELLE EISENBAHN-TECHNIK

unter Mitwirkung von Fachgenossen

herausgegeben von

Edmund Heusinger von Waldegg,

Oberingenieur in Hannover und Redacteur des technischen Organs des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Fünfter Band.

Bau und Betrieb der Secundär- und Tertiärbahnen

einschliesslich der schwebenden Draht- und Seilbahnen.

Bearbeitet von

Ingenieur **Rom. Abt**, Constructeur in Aarau, Ingenieur **Otto Büsing** in Kleinburg bei Breslau, technischer Director der Breslauer Strassen-Eisenbahn, Oberingenieur **E. Heusinger von Waldegg** in Hannover, Oberbaurath **H. Sternberg**, Professor in Karlsruhe und Ingenieur **Lad. Vojáček** in Smichow bei Prag.

Mit 204 Holzschnittfiguren und 99 Zeichnungstafeln.

LEIPZIG,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1878.



Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Vorrede.

Auf vielseitig ausgesprochenen Wunsch und um einem thatsächlich vorgelegenen Bedürfnisse abzuhelfen, haben wir unserm Handbuch der speciellen Eisenbahn-Technik noch einen 5. Band hinzugefügt, in welchem der Bau und Betrieb der Secundär- und Tertiärbahnen, die Anlage der im Niveau der Strassen liegenden Tramways, die erhöhten Strassenbahnen und die unterirdischen Städtebahnen, wie gleichfalls die einfachen Transportvorrichtungen auf schwebenden Seil- und Drahtbahnen ausführlich beschrieben und durch genaue Abbildungen erläutert werden.

Eine eingehende Schilderung dieser Eisenbahnen minderer Ordnung dürfte aber besonders deshalb zeitgemäss sein, da den Secundärbahnen, welche schon seit längeren Jahren im Auslande (England, Frankreich, Norwegen und besonders Amerika) Eingang gefunden haben, neuerdings auch in Deutschland, Oesterreich und der Schweiz eine regere Theilnahme gewidmet und ihre allgemeine Einführung für Nebenlinien angestrebt wird.

Mit wie grossem Rechte Letzteres geschieht, darüber sind unumstössliche Nachweise durch eine grosse Zahl literarischer Erscheinungen (von Hartwich, Schwabe, Plessner, Sorge, v. Nördling, v. Weber und Anderen) gegeben. Dagegen mangelt bislang eine ausführliche und mit Zeichnungen erläuterte Beschreibung der einzelnen bis jetzt ausgeführten und unter dem Namen Secundär- und Tertiärbahnen, oder Localbahnen, Vicinalbahnen, Bahnen minderer Ordnung etc. zusammengefassten sehr verschiedenartigen Transportsysteme, welche auf Nebenlinien in der Ebene und im Gebirge nicht nur für den Personalverkehr, sondern auch für den Transport aller Arten Güter und Rohproducte in Anwendung kommen können.

Ebenso ist eine genaue Beschreibung und kritische Beleuchtung der verschiedenen in den grösseren Städten ausgeführten Oberbausysteme und Betriebseinrichtungen der Strassenbahnen dringendes Bedürfniss geworden, da diese Einrichtungen zur Erleichterung des städtischen Verkehrs eine vor mehreren Jahren nicht geahnte grosse Bedeutung erlangt haben und bei dem starken Anwachsen der grösseren Städte unentbehrlich geworden sind. Die in den Metropolen London

und New-York entstandenen unterirdischen Städtebahnen, sowie die erhöhten Strassenbahnen in New-York, welche gleichfalls anderwärts Nachahmung finden dürften, sind im Anschluss an die Tramways ebenso ausführlich behandelt und durch gute Abbildungen veranschaulicht.

Endlich wurden auch die in neuerer Zeit für untergeordnete Transporte von Rohproducten, Erzen etc. vielfach verwendeten schwebenden Draht- und Seilbahnen in den verschiedenen bis jetzt ausgeführten Constructionen deutlich beschrieben und durch genaue Abbildungen erläutert.

Ein Ueberblick des nachfolgenden Inhaltsverzeichnisses ergiebt die grosse Menge und Verschiedenartigkeit der hierher gehörigen Transportsysteme. Dadurch aber dürfte es gerechtfertigt erscheinen, die Besprechung derselben getrennt von den bei Hauptbahnen angewandten Systemen vorzunehmen und das überaus reiche und verschiedenartige Material durch eine grössere Zahl ausführlicher Zeichnungen zu erläutern; auch wird eine solche Zusammenstellung nicht allein den Fachmann in der Wahl des einen oder des anderen Systems, erforderlichen Falls, unterstützen können, sondern auch Communen und selbst Private, welche ihre bisherigen Communicationswege verbessern wollen, in den Stand setzen, die für sie geeigneten Constructionen auszuwählen und in Ausführung bringen zu lassen.

Die systematische Reihenfolge der verschiedenen Capitel konnte nicht eingehalten werden, da in einzelnen Abtheilungen, z. B. dem Dampfbetrieb der Strassenbahnen und bei den erhöhten Strassenbahnen, während des Druckes Fortschritte und Verbesserungen in Ausführung kamen, deren Resultate der Herausgeber gern abwarten wollte, um die besten und bis jetzt bewährten Constructionen und Einrichtungen mittheilen und empfehlen zu können.

Hannover, im Juni 1878.

Edm. Heusinger von Waldegg.

Inhalts-Verzeichniss.

I. Capitel.

Einleitung.

II. Capitel.

Secundäre Bahnen mit normaler und schmaler Spur in der Ebene und bis zu Steigungen von $40^0/_{00}$ (1 : 25).

Bearbeitet von Edmund Heusinger von Waldegg, Ober-Ingenieur in Hannover, und L. Vojáček, Ingenieur in Prag.

(Hierzu Taf. I—XLII und 29 Holzschnitte.)

III. Capitel.

Strassenbahnen (Tramways).

Bearbeitet von Otto Büsing, Ingenieur und techn. Director der Breslauer Strassenbahn in Kleinburg bei Breslau.

(Hierzu Taf. XLIII bis LXIII und 111 Holzschnittfiguren).

IV. Capitel.

Secundärbahnen im Gebirge.

I. Abtheilung.

Zahnradbahnen. (System Riggenbach).

Beschrieben von R. Abt, Constructeur der Maschinenfabrik Aarau.

(Hierzu die Taf. LXIV bis LXX und 13 Holzschnittfiguren.)

IV. Capitel.

Secundärbahnen im Gebirge.

II. Abtheilung.

Eisenbahnen mit Mittelschienen. (System Fell).

Bearbeitet von H. Sternberg, Oberbaurath in Karlsruhe.

(Hierzu Tafel LXXI.)

IV. Capitel.

Secundärbahnen im Gebirge.

III. Abtheilung.

Secundärbahn nach System Wetli von Wädensweil nach Einsiedeln.

Bearbeitet von H. Sternberg, Oberbaurath in Karlsruhe.

(Hierzu Taf. LXXIV Fig. 1a bis 1c und 2 Holzschnitte.)

IV. Capitel.

Secundärbahnen im Gebirge.

IV. Abtheilung.

Secundäre Gebirgsbahnen mit freien Locomotiven (Uetlibergbahn, Superficialbahn von Köstlin).

Bearbeitet von H. Sternberg, Oberbaurath in Karlsruhe.

(Hierzu Taf. LXXII und LXXIII und 1 Holzschnittfigur).

IV. Capitel.

Secundärbahnen im Gebirge.

V. Abtheilung.

Drahtseilbahnen.

(Geneigte Ebene zwischen Lyon und Croix-Rousse, bei Ofen, bei Wien auf den Leopoldsberg, Monongahela; geneigte Ebene bei Pittsburgh, Pa, in den Vereinigten Staaten, Mont-Auburn, Seilbahn bei Cincinnati, zu Jersey-City, bei New-York zur Beförderung von Strassenfuhrwerk, auf die Sophienalp bei Wien, die Bahn von St. Paulo in Brasilien).

Bearbeitet von H. Sternberg, Oberbaurath in Karlsruhe.

(Hierzu Taf. LXXIV, Fig. 2—4 und Taf. LXXV).

V. Capitel.

Tertiärbahnen.

Bearbeitet von Edmund Heusinger von Waldegg, Ober-Ingenieur in Hannover.

(Hierzu Taf. LXXVI bis LXXXI mit 8 Holzschnittfiguren).

A. Förderbahnen auf geneigten oder ansteigenden Strecken mittelst Seil- oder Kettenbetrieb.

B. Einschienige Bahnen im Strassenniveau.

Seite

C. Schwebende Bahnen mit ein- und zweischienigen Schmalspurgleisen.

D. Bahnsysteme zur Ausbeutung von Waldungen.

E. Hölzerne Schienenbahnen.

F. Leichte transportable Schmalspurbahnen.

VI. Capitel.

Schwebende Draht- und Seilbahnen.

Bearbeitet von Ladislav Vojáček, Ingenieur in Prag.

(Hierzu Taf. LXXXII bis LXXXVII und 32 Holzschnitte.)

VII. Capitel.

Betrieb der Strassenbahnen durch Dampf und andere mechanische Motoren.

Bearbeitet von Otto Büsing, Ingenieur in Kleinburg bei Breslau, technischer Director der Breslauer Strasseneisenbahn.

(Hierzu Taf. LXXXVIII und LXXXIX und 2 Holzschnitte).

I. Betrieb der Strassenbahnen durch feuerlose Locomotiven.

II. Betrieb der Strassenbahnwagen durch Dampf.

Druckfehler.

S. 8 Z. 13 von oben statt 40 lies 4.
- 23 Z. 15 von oben statt = 0,017mm lies = 0,017m.
- 44 Z. 1 von oben statt $^1/_{20}$ lies $^1/_{25}$
- 46 in der Tabelle sind die Zahlen zu den Positionen Dampfdruck in Atmosphären und Raddurchmesser zu verwechseln.
- 398 Fig. 1 statt *l* lies *R*.
- 400 Z. 3 von unten statt 8666 lies 8000.

Die in Fig. 1—8, Taf. LXXXXV eingeschriebenen Maasse sind nicht richtig, dagegen die im Text angegebenen maassgebend.

I. Capitel.

Einleitung.[1])

§ 1. Begriff und Wesen secundärer Bahnen. — Als secundäre Bahnen sind solche zu betrachten, welche nur dem localen Verkehre dienen und somit einen durchgehenden Verkehr zwischen Hauptbahnen nicht vermitteln. Der Zweck solcher Bahnen wird erreicht durch billige Herstellung und billigen Betrieb, insoweit geringe Ansprüche an Fahrgeschwindigkeit und Bequemlichkeit gestellt werden.

§ 2. Herstellung secundärer Bahnen. — Die Bedeutung der Eisenbahnen für die Volkswirthschaft, für die Wehrkraft und damit für die politische Machtstellung eines Staates ist so augenscheinlich und auch so allgemein anerkannt, dass die hohe Wichtigkeit der Herstellung eines immer enger gemaschten Eisenbahnnetzes weiterer Darlegung und Begründung nicht bedarf. Die Landwirthschaft, die Industrie, der Handel und die Staatsverwaltung fordern alle gleich dringend die Eisenbahnen. Nachdem bisher vorzugsweise Linien, welche in einem starken örtlichen oder in einem grossen durchgehenden Verkehre die Vorbedingungen in sich tragen, neben hohen Betriebsanlagen auch die zur Verzinsung und allmählichen Abtragung grosser Anlagekosten erforderlichen Summen aufzubringen, ausgebaut und grösstentheils in den Händen von Gesellschaften sind, denen eine Verpflichtung weder obliegt noch aufzuerlegen ist, auch die weniger ertragsfähigen Linien zu bauen, — nachdem ferner vielen Richtungen, in denen Eisenbahnen dringend wünschenswerth sind, eine solche Wichtigkeit nicht beigemessen werden kann, dass für den Staat eine Veranlassung oder Verpflichtung vorliegen könnte, solche selbst zu bauen, oder was (wenigstens im Erfolge) ziemlich dasselbe ist, eine Zinsgarantie für das Anlagecapital zu übernehmen, — nachdem also die Wege nicht zum Ziele führen, auf welchen Eisenbahnen bisher meistens zu Stande gekommen sind, wird man andere Mittel suchen müssen, um solche Bahnen ins Leben zu rufen.

Die Mittel zur Erreichung dieses Zweckes bestehen darin: das zu verzinsende Anlagecapital solcher Bahnen so niedrig zu stellen und dieselben so zu bewirth-

---

[1]) Nach der von der technischen Commission des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen bearbeiteten Einleitung in der früheren Ausgabe der »Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen«.

schaften, dass der Reinertrag des zu erwartenden Verkehrs zur Verzinsung, beziehungsweise allmählichen Abtragung des Anlagecapitals ausreichen kann.

Zur Durchführung dieser Aufgabe wird man in doppelter Richtung anstreben und zwar:

A) Dadurch, dass man durch Einführung anderer als der bisher gebräuchlichen Systeme des Baues und Betriebes die Anlagekosten herabmindert und das Verhältniss des Ueberschusses zur Roheinnahme möglichst günstig erhält, und

B) dass man die Bahnen von dem Druck des Anlagecapitals möglichst entlastet. Man muss dafür sorgen, dass ein Theil der bei grossen Bahnen wesentlichen Auslagen ganz wegfallen kann. Hierher gehört die Mitwirkung der betheiligten Parteien, z. B. durch Schenkung des nöthigen Grund und Bodens. Das nöthige Anlagecapital muss dann zum Theile entweder ohne Zinsen und ohne Amortisation (à fonds perdu) oder wenigstens mit einer geringeren als der marktgängigen Quote, oder erst dann in Betracht kommen, nachdem der Verzinsungs- und Amortisationsbetrag für das sogenannte eigentliche Grundcapital vollständig abgeführt ist, — Formen der Capitalbeschaffung, welche man gemeinhin mit dem Namen »Subvention, Garantiefonds etc.« bezeichnet.

§ 3. Betriebsbedingungen. — Was die ad A) im vorigen Paragraphe angeführten Mittel betrifft, so wird man dieselben in Anwendung bringen können, weil die secundären Bahnen entweder nur dem Localverkehre dienen und einen durchgehenden Verkehr zwischen Hauptbahnen nicht vermitteln sollen, oder vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich dem Massentransporte mit sehr geringer Geschwindigkeit, höchstens 12 Kilometer per Stunde, dienen sollen.

Letztere entspricht der grössten Geschwindigkeit des Pferdefuhrwerks und kann daher bei einem solchen Eisenbahnbetriebe von Gefahren, besonders für das Publicum, kaum in höherem Maasse die Rede sein, als beim Strassenverkehr und bei Pferdebahnen, welche in vielen grossen Städten auf den frequentesten Strassen vorhanden sind.

Selbstverständlich wird man auch an die secundären Bahnen als Localbahnen weder in Bezug auf Bequemlichkeit, noch auf Geschwindigkeit die gleichen Ansprüche stellen dürfen, wie an Hauptbahnen.

Hinsichtlich der Geschwindigkeit darf indess, als durch die Erfahrung bei secundären Localbahnen an die Hand gegeben, hervorgehoben werden, dass, um den heutigen, durch die derzeitigen Verkehrsansprüche auch bis zu einem gewissen Grade berechtigten Anforderungen wirklich zu genügen, sowie um die Bahn so nützlich und zugleich so ertragbringend als möglich zu machen:

»eine grössere Zahl leichter Züge nöthig ist, als deren nach den bisherigen Anschauungen im Eisenbahnwesen erforderlich sein würden, um einen gegebenen Verkehr zu bewältigen.«

Es ist das ein um so mehr zu beachtendes Moment, als dasselbe, zum Grundsatze erhoben, nicht allein die vollkommenste Erfüllung des Zweckes sichert, sondern auch ein wesentliches Mittel an die Hand giebt:

»die Bahn mit dem geringsten Kostenaufwande herstellen zu können.«

In demselben Maasse nämlich, als man die Zahl der Züge vermehrt, kann die Last der einzelnen vermindert und eben dadurch die ganze Anlage vereinfacht und billiger gemacht werden.

In der Beantwortung der Frage: ob ein solches System durchführbar sei oder nicht? dürfte, wie die Sache heute aufzufassen ist, die Zukunft secundärer Bahnen der hier fraglichen Art liegen.

§ 4. Die Gleiseweite. — Entscheidend für die Anlage einer solchen Eisenbahn wird deshalb in der Regel die Forderung sein:

»ob das Betriebsmaterial der Hauptbahn auf die secundäre Bahn übergehen soll, und umgekehrt, oder nicht?«

indem, wenn diese Frage bejaht wird, die secundäre Bahn so eingerichtet sein muss, dass wenigstens Güterwagen der Hauptbahnen auf derselben mit voller Sicherheit befördert werden können.

Die Abmessungen der Bauwerke müssen also die normalen und die Construction derart sein, dass sie den auf den Hauptbahnen üblichen Wagenlasten bei geringeren Geschwindigkeiten zu widerstehen vermögen.

Wird bei einem solchen System secundärer Eisenbahnen nun zwar, den Hauptbahnen gegenüber, schon manche beachtenswerthe Ersparung zulässig, so ist es doch nicht zu verkennen:

»dass beim Wegfall der Bedingung des Ueberganges des Betriebsmaterials, Eisenbahnen, welche sowohl ihrem Zwecke, als allen Anforderungen der Betriebssicherheit entsprechen, noch erheblich billiger sich herstellen lassen und zwar durch Anwendung einer schmaleren als der normalen Spur.«

Nach der heutigen Lage der Sache wird sich die Frage:

»welches Spurmaass für die secundären Bahnen zweckmässig anzuwenden sei?«

etwa dahin beantworten:

»dass die normale Spur da am Orte sein wird, wo Massengüter transportirt werden sollen, deren Umladung nicht vortheilhafter als der Wagenübergang ist, und wo beide Enden einer secundären Bahn an Bahnen mit normaler Spur anschliessen oder wo ein solcher Anschluss wenigstens nicht unwahrscheinlich ist.«

In anderen Fällen wird eine schmalere Spurweite am Platze sein. Dieselbe empfiehlt sich nur zur Vermittelung solcher Verkehre:

a) die entweder gar nicht auf Hauptbahnen übergehen (Industriebahnen im Inneren von Fabrik-, Hafen-, oder Dockanlagen, Bergwerken, Steinbrüchen, oder solchen Bahnen, die von dergleichen Anlagen nach der Seeküste, nach Häfen, Canälen oder Flüssen fahren etc.); oder
b) die doch ohne grosse Schwierigkeit der Umladung auf die Fuhrwerke der Hauptbahnen übergeführt werden können (durch Ausstürzen, Ueberrollen etc.); oder
c) die vermöge ihres Umfanges und ihrer Natur theils ihre Bewältigung auf kleinen Fahrzeugen thunlich, theils die grösstmöglichste Wohlfeilheit des Baues und Betriebes der Bahnen erforderlich machen.

Als Spurmaass für Bahnen mit engerer Spur empfiehlt sich, wegen des leichteren Zusammenschlusses solcher Bahnen, und wegen etwaiger Aushülfe mit Betriebsmaterial, nur zwei Dimensionen zu wählen, nämlich:

α) 1^m im Lichten der Schienen für solche mit grösserem Verkehr und dadurch bedingte angemessene grössere Geschwindigkeit des Transports, und
β) $0^m,750$ im Lichten der Schienen für alle übrigen Fälle.

Die Wahl der Spurweite muss der Bestimmung durch das locale Bedürfniss anheimgegeben werden.

Der Personenverkehr ist auf jeder Construction von schmalspurigen Bahnen durchführbar.

Es ist dabei für die hier vorliegenden Zwecke ohne erhebliche Bedeutung, ob der Transport auf solchen Bahnen durch Dampf-, Pferde-, Schwer- oder andere Kraft erfolgt.

§ 5. Programm. — Um bei Aufstellung und Beurtheilung des Projectes für eine secundäre Bahn, gleichviel welcher Art, von bestimmten Grundsätzen ausgehen zu können, ist es nothwendig, dass für jeden Fall ein Programm aufgestellt werde, durch welches der Hauptzweck der Anlage im Ganzen oder für einzelne Strecken festgestellt wird und die Leistungen begrenzt werden, nach welchen dann die Constructionen den Bestimmungen der Grundzüge entsprechend zu wählen sind.

§ 6. Grundzüge. — In den »Grundzügen für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen« (Hannover 1876) hat der technische Theil der vorliegenden Aufgabe eine eingehende Behandlung erfahren, und zwar in der Weise, dass man folgende drei nebeneinander gestellte Gruppen unterscheidet:

I) Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen mit normaler Spur für kleinen Verkehr;

II) Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen bei einer grössten zulässigen Fahrgeschwindigkeit von 15 Kilometer per Stunde bei normaler Spur;

III) Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen mit schmaler Spur.

Um die Grundbedingung der Prosperität secundärer Bahnen, billiger Bau und Betrieb, mit einiger Sicherheit zu erfüllen, wird es nothwendig sein, sich der grössten Einfachheit in den Anlagen zu befleissigen und jedes unmotivirten Aufwandes sich zu enthalten.

Es wird dies hier ganz ausdrücklich um deswillen hervorgehoben, weil es bekannt genug ist, dass bei den häufig übertriebenen Ansprüchen des Publicums und der namentlich in neuerer Zeit fast allgemeinen Geneigtheit der Eisenbahnverwaltungen, denselben nicht allein zu genügen, sondern sogar zuvorzukommen (auf sehr frequenten Linien wenigstens), der Maassstab: was billigerweise zu fordern und zu leisten ist, sowohl vom Publicum als von den Verwaltungen häufig gleich schwer gefunden und richtig normirt wird.

Bei secundären Bahnen mit 15 Kilometer Maximalgeschwindigkeit wird man ferner von den bisherigen Constructionen abweichen können. Maschinen mit Vorgelegen oder Kraftübersetzungen möchten hierbei zweckmässige Anwendung finden.

Ebenso unterliegt es keinem Bedenken, auch Wagen mit losen Rädern bei der festgestellten geringen Maximalgeschwindigkeit anzuwenden, sowie auch die Höhe der Spurkränze an den Rädern zu vermindern.

Die Einfachheit der Verhältnisse der secundären Bahnen erfordert, gestattet aber auch zugleich, die gesammte (Bau- und Betriebs-) Verwaltung, sofern dieselbe nicht etwa von einer anschliessenden grösseren Bahn übernommen wird, thunlichst zu vereinfachen und zu concentriren. Es empfiehlt sich unbedingt, die ganze Leitung und Ausführung des Dienstes, unter Vermeidung jedes weitläufigen Verwaltungsorganismus, wo möglich in die Hand eines tüchtigen und praktischen Mannes mit ausgedehnter Machtvollkommenheit und entsprechender Verantwortlichkeit zu legen. Eine ausgedehntere Verwendung der Frauenarbeit, wie solche im Eisenbahndienst

bisher stattgefunden hat, wird ein wesentliches Mittel sein, dem Dienste der secundären Eisenbahnen tüchtige und billige Kräfte zuzuführen.

Dass man, so viel als thunlich, etwa in der Nähe der Bahn vorhandener und geeigneter Häuser als Stationsgebäude sich bedienen und deren Inwohnern und anderen geeigneten, nicht zum eigentlichen Bahnpersonal zählenden Personen, Dienste und Verrichtungen für die Eisenbahnverwaltung überträgt, wird ein anderes Augenmerk solcher Bahnunternehmungen sein müssen, um billig zu bauen und zu wirthschaften.

Es empfiehlt sich auch hier, das Interesse durch Tantième, Prämien etc. mit dem des Unternehmens zu vereinen.

§ 7. Nöthige Erleichterungen. — Zur Herabminderung der Bau- und Betriebskosten wird sich noch besonders Folgendes empfehlen:

1) Möglichste Freiheit der Bahnverwaltungen hinsichtlich der Erbauung der erforderlichen Anlagen, namentlich der Hochbauten, sowohl in Bezug auf die Zahl und Grösse, wie auf die Bauart, das Material etc.
2) Möglichste Beschränkung der Eisenbahnbau- und Betriebsvorschriften, z. B. betreffend Absperrungen, Signalvorrichtungen, Bahnhofseinrichtungen, Einstellung von Schutzwagen und manchen anderen Bestimmungen für die Betriebssicherheit.

Zur Erreichung des Zweckes möglichst billigen Baues und Betriebes ist es unter den wesentlich veränderten Verhältnissen der secundären Eisenbahnen gewiss gerechtfertigt, solche beengenden Vorschriften ganz aufzuheben oder doch auf das möglichst geringe Maass einzuschränken.

Das Richtige hierin zu finden, sollte billig der Praxis überlassen werden und darf derselben füglich auch anheimgestellt bleiben, wenn man erwägt:

»dass es bei den secundären Bahnen weder um so grosse Geschwindigkeiten, noch um derart starke Züge sich handelt, dass dieselben nicht mit den gleichzeitig verfügbaren wirksameren Bremsmitteln (Gegendampf etc.) im Falle einer Gefahr ebenso leicht sich zum Stillstande bringen lassen sollten, als Strassenfuhrwerke unter ähnlichen Verhältnissen«.

Für alle den secundären Eisenbahnen zu machenden derartigen Vorschriften dürfte lediglich das allgemeine Interesse und die öffentliche Sicherheit, um derentwillen solche Vorschriften allein existiren, bestimmend sein.

3) Thunlichste Befreiung der Eisenbahnunternehmungen von baulichen Leistungen.

Es sind darunter beispielsweise die denselben bisher auferlegten Verpflichtungen zur Herstellung und Haltung von Localitäten für Post-, Zoll- und Telegraphenverwaltung etc., von zugleich für den gewöhnlichen Verkehr mit eingerichteten Brücken etc., und manche andere Leistungen zu verstehen.

4) Wegfallen der mehr oder weniger unentgeltlichen Leistungen, welche dem Betriebe der Eisenbahnen auferlegt zu werden pflegen.
5) Volle Freiheit der Eisenbahnen in der Feststellung ihrer Fahrpläne, Tarife, der Zahl der Wagenclassen für den Personenverkehr etc., um einestheils die möglichst grosse Einnahme zu erzielen und anderntheils das günstigste Verhältniss zwischen Einnahme und Betriebskostenaufwand zu erreichen.

Um die möglichste Vereinfachung der Verwaltung durchzuführen, ist est nothwendig, dass

6) staatsseitig von ausgedehnten Vorschriften über Führung des Rechnungs-

wesens, der Statistik etc. abgesehen und nur verlangt werde, dass Buch und Rechnung wie bei jedem andern industriellen Unternehmen oder kaufmännischen Geschäft geführt werden.

Eine weitere Begünstigung könnte den secundären Bahnen dadurch gewährt werden, dass der Staat

7) auf den Rückfall der Bahn nach längerer oder kürzerer Zeit oder unter das Eigenthum mehr oder weniger beschränkenden Bedingungen von vornherein verzichtet.

8) Die Zulassung der Benutzung des Körpers, resp. der Bodenfläche von anderen Eisenbahnen, von Chausséen oder anderen, öffentlichen Zwecken dienenden Anlagen des Staats, der Communen und sonstigen Corporationen, ist eine weitere Begünstigung, welche die Anlage von Eisenbahnen unter Umständen wesentlich erleichtert.

   Die Gewährung derselben kann deshalb nur dringend empfohlen werden.

9) Die Ertheilung des Expropriationsrechtes ist eine Bedingung, ohne welche viele Eisenbahnen gar nicht würden zu Stande kommen können.

In Anbetracht, dass in vielen Fällen die Ausführung secundärer Eisenbahnen nur dann zu ermöglichen sein wird, wenn sie allseitig die möglichste Unterstützung erhalten, wird als wünschenswerth ausgesprochen, dass für secundäre Eisenbahnen ähnliche Grundsätze zur Geltung kommen mögen, wie in dem nordamerikanischen Expropriationsgesetz, nämlich dass bei einer im öffentlichen Interesse nothwendigen Expropriation neben dem Nachtheile, welchen der Eigenthümer durch Abtretung, Belastung oder Entwerthung erfährt, auch der Vortheil in Rechnung gezogen werde, welcher durch die fragliche Anlage ihm erwächst, unter der Bedingung jedoch, dass bei der Compensation der Vortheil den Nachtheil nicht überwiegen kann.

II. Capitel.

Secundäre Bahnen mit normaler und schmaler Spur in der Ebene und bis zu Steigungen von 40‰ (1:25).

Bearbeitet von

Edmund Heusinger von Waldegg,
Oberingenieur in Hannover

und

L. Vojáček,
Ingenieur in Karlstein.

(Mit Tafel I—XLI.)

---

§ 1. Uebersicht. — In den »Grundzügen für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen« wird folgende Eintheilung in drei Classen durchgeführt:

I. Secundäre Bahnen, mit normaler Spurweite von 1^m,435, welche an die Hauptbahnen anschliessen und auf denen eine Geschwindigkeit bis zu 40 Kilometer pro Stunde zugelassen werden soll.

II. Secundäre Bahnen, mit normaler Spur von 1^m,435, auf denen die Fahrgeschwindigkeit 15 Kilometer pro Stunde nicht überschreiten soll.

Bemerkung. Diese Bahnen sind vorzugsweise zur Vermittelung des Güterverkehrs bestimmt. Localpersonenverkehr ist nicht ausgeschlossen. Es sind 2 Abtheilungen zu unterscheiden:
1) Bahnen, auf welche die Betriebsmittel der Hauptbahnen übergehen können:
2) Bahnen, auf welchen die Betriebsmittel der Hauptbahnen nicht Anwendung finden sollen.

III. Secundäre Bahnen mit schmaler Spurweite von 1^m oder 0^m,750.

Ausser dieser Eintheilung der secundären Bahnen, zu welchen wir im weiteren Sinne auch die Strassenbahnen und Pferdebahnen in Städten, sowie die aussergewöhnlichen Secundärbahnsysteme rechnen müssen, deren Schienengleise abweichend von den bisher beschriebenen angelegt sind, lässt sich noch eine andere in fünf Classen treffen, welche in der Folge beibehalten werden soll, nämlich:

A) Normalspurige Secundärbahnen, die an Hauptbahnen anschliessen, und zwar:

I. **Mit gewöhnlichem Locomotivbetrieb.** Darunter kann man weiter unterscheiden:

a) Bahnen, welche vorzugsweise dem Personenverkehr dienen;

b) solche, welche vorzugsweise Güterverkehr haben;

c) Industriebahnen, oder Nebengleise an Hauptbahnen zur Verbindung mit industriellen Etablissements, Bergwerken, Lagerplätzen etc.

II. **Normalspurige Secundärbahnen mit Pferdebetrieb.** Dieselben unterscheiden sich von den Städtebahnen dieser Art nur dadurch, dass sie in der Regel einen besonderen Bahnkörper erfordern. Die meisten stammen aus der ersten Zeit des Eisenbahnbaues und werden nach und nach in solche mit Dampfbetrieb umgewandelt.

B) Normalspurige Secundärbahnen mit Locomotivbetrieb bei einer grössesten zulässigen Fahrgeschwindigkeit von 40 Minuten pro Kilometer.

Diese zwar projectirten, aber bisher noch nicht zur Ausführung gekommenen Bahnen sollen vorzugsweise zur Vermittelung des Güterverkehrs bestimmt sein und, wenn möglich, ohne besonderen Bahnkörper auf bestehende Strassen verlegt werden. Es sind dabei zwei Unterabtheilungen vorgesehen:

a) Bahnen, auf welchen die Betriebsmittel der Hauptbahnen coursiren können.

b) Bahnen, auf welchen die Betriebsmittel der Hauptbahnen nicht Anwendung finden können.

C) Schmalspurige secundäre Eisenbahnen mit Locomotiven und Pferdebetrieb.

Diese Bahnen sind bisher in sehr verschiedener Spurweite zur Ausführung gekommen. In neuester Zeit finden die durch die »Grundzüge« empfohlenen Spurweiten von $1^m,0$ und $0^m,75$, wenigstens auf dem europäischen Festlande, vorzugsweise Anwendung.

D) Strassenbahnen, oder Pferdebahnen in Städten (Tramways).

Bei diesen Bahnen, welche stets bestehende Strassen benutzen, unterscheidet man:

a) Pferdebahnen zur Verbindung verschiedener Bahnhöfe.

b) Solche, welche die Verbindung von Bahnhöfen mit anderen Verkehrsmitteln, namentlich mit Häfen, Markthallen etc. bezwecken.

c) Strassenbahnen, welche zur Verbindung der Vorstädte mit den Centren der Städte dienen.

d) Solche, welche die Verbindung verschiedener Ortschaften unter sich und mit einer gewöhnlichen Eisenbahn herstellen.

e) die erhöhten Strassenbahnen (New-York).

E) Die unterirdischen Bahnen der grossen Städte.

F) Aussergewöhnliche secundäre Bahnsysteme. (Secundärbahnen im Gebirge.)

In diese Abtheilung dürften alle solche Bahnen einbegriffen werden, deren Oberbau von dem üblichen wesentlich verschieden ist, hauptsächlich, um grosse Steigungen zu überwinden, und solche, bei denen besondere Verhältnisse es erlauben, solche Steigungen selbst bei gewöhnlichem Oberbau zu befahren. Demnach werden es folgende Art Bahnen sein:

a) Bahnen mit Zahnstangen (System Riggenbach).

b) Bahnen mit Schraubenwalzen (System Wetli).

c) Bahnen mit Mittelschiene (System Fell).

d) Secundäre Bahnen, bei welchen das Fahrzeug auf starren Schienen rollt, wobei aber die Bewegung mittelst Drahtseil geschieht.

e) Rampenbahnen mit gewöhnlichem Oberbau auf Steigungen von mehr als 40 ‰ (1 : 25) und mit freien Locomotiven (Montmorency, Utliberg, Rigi-Scheidegg-Bahn etc.).

G) Tertiärbahnen,

zu denen wir alle diejenigen Bahnen mit festen Gleisen rechnen, welche in den obigen Abtheilungen nicht angeführt wurden. Es sind dies:

a) Die fliegenden Bahnen für landwirthschaftliche Zwecke, in den Torfmooren, Baugleise etc.

b) Einschienige Bahnen im Strassenniveau (System Larmanjat etc.).

c) Einschienige schwebende Bahn (System Fell).

d) Zweischienige schwebende Bahn (System Lo Presti).

e) Bahnen mit hölzernen Schienen.

H) Drahtbahnen und Drahtseilbahnen,

als diejenigen Transportbahnen, bei welchen das feste Gleis durch ein oder mehrere in der Luft gespannte Drähte oder Drahtseile ersetzt ist.

Nach der Anordnung der Constructionen kann man unterscheiden:

a) Drahtbahnen (System von Dücker).

b) Drahtseilriese ohne Triebseil (System Frankhauser).

c) Drahtseilgleise, wo das Triebseil und das Tragseil vereint sind.

d) Drahtseilgleise mit Trieb- und Tragseilen und mit Aufhängung in der Schwerpunktsachse.

e) Drahtseiltrajecte von Herm. Müller, bei welchen jeder Wagen zwei Triebseile beansprucht und in vier Punkten aufgehängt sein soll.

Den Gegenstand des vorliegenden Capitels bilden die Secundärbahnen mit normaler und schmaler Spur und mit gewöhnlichem Schienengleise, ohne besondere Hülfsmittel.

Diejenigen Secundärbahnen, welche in aussergewöhnlichen Verhältnissen bei Steigungen über 30^{mm} ohne besondere Hülfsmittel betrieben werden, wie die Montmorency- und die Utliberg-Bahn, sind in das fünfte Capitel aufgenommen worden.

Die Behandlung des Stoffes geschieht in der Weise, dass wir zuerst das Allgemeine vorbringen, insofern es entweder in den früheren Bänden dieses Werkes noch nicht enthalten ist, oder in wie weit es für den Gegenstand charakteristisch ist, und dass wir dem allgemeinen Theil die Beschreibung specieller Ausführungen nachfolgen lassen.

§ 2. Entwerfen und Traçiren secundärer Eisenbahnen. — Das Entwerfen von secundären Bahnen charakterisirt sich durch ihre locale Beschaffenheit Die Punkte, welche mit einander verbunden werden sollen, sind in der Regel in Voraus bestimmt, und die Bahnlänge eine geringe. Die Ermittelung des Verkehrsbedürfnisses der ersten Jahre und der Voranschlag der Bau- und Betriebskosten bilden die Grundlage des Projectes. — Hat man es z. B. mit einer 20 Kilometer langen Localbahn zu thun, auf welcher, nachdem der Verkehr sich etwas entwickelt hat, täglich in jeder Richtung auf einen Personenverkehr von 80 Personen, und zusammen 250 bis 280 Centner Stückgüter, sowie 700 Centner Massengüter sich bewegen, welche letztere auf die anschliessende Hauptbahn übergehen, so ist auf einen Jahresverkehr

von (2 . 80) 365 = 58400 Personen,
von 260 . 365 = rot. 100000 Centner Stückgüter
und 700 . 365 = 255000 Centner Massengüter

zu rechnen, für eventuelle Vermehrung zu besonderen Jahreszeiten bei Personen das Doppelte, bei Gütern ein Dritttheil zuzuschlagen und wegen des Aufenthalts auf den Stationen bei den Güterwagen, welche die Bahn verlassen, das Vierfache, bei denjenigen, welche auf der Bahn bleiben, das Doppelte des eigentlichen Stückbedarfs anzunehmen, um zu einem annähernd richtigen Resultat zu kommen.

Soll die betreffende Eisenbahn in einer Gegend gebaut werden, in welcher noch keine Verkehrswege von Bedeutung existiren, so wird man in der speciellen Industrie oder in jedem sonstigen Zwecke, dem sie dienen soll, den einzigen Anhaltspunkt haben, um den Umfang des Verkehrs zu schätzen. Die Aufgabe ist verhältnissmässig einfach, wenn die Eisenbahn dem allgemeinen Verkehr nicht dienen soll. — In allen übrigen Fällen hat man den sichersten Anhaltspunkt an den bereits bestehenden Verkehrsanstalten. Es lässt sich dann fast immer ermitteln, wie gross der bestehende Verkehr zwischen den Endstationen der künftigen Bahn ist, wie viele Personen und Güter an die Anschlussstation der grossen Eisenbahn gelangen etc. Die grossen Industrieanstalten, Curorte etc., welche die Bahn berührt, kommen dann besonders in Rechnung.

Ist die Bahn zweckentsprechend angelegt, so kann man fast immer darauf rechnen, dass sich der Verkehr in den ersten fünf bis zehn Jahren vervielfachen wird.

Allgemeine Formeln für den Verkehr lassen sich ebenso wenig benützen, als es nicht möglich ist, das Wetter im Voraus zu bestimmen, obwohl beim Verkehr entwickelter Bahnen ein auffallend regelmässiger Zusammenhang zwischen der Einwohnerzahl der durchfahrenen Gegend und dem wirklichen Verkehr besteht.[1])

Schüler giebt in seiner Schrift »Ueber Eisenbahnen von localem Interesse« folgende Formel für die Bruttoeinnahmen einer kürzeren Seitenbahn, welche den ganzen Eisenbahnverkehr der an ihr gelegenen Ortschaften vermittelt:

$$E = \frac{S}{L} \Sigma(p) \cdot \left[0{,}04\, M + \left(0{,}06 + \frac{0{,}06}{L}\right) N\right] \text{ Mark},$$

wobei bedeuten:

M die auf jeden Einwohner zutreffende Anzahl der jährlich ein- und aussteigenden Personen;

N die auf jeden Einwohner zutreffende Tonnenzahl als Summe der ankommenden und abgehenden Frachten;

L die Bahnlänge in Kilometern;

S die Entfernung der Anschlussstationen vom Schwerpunkte der an der Bahn gelegenen Stationsorte in Kilometern;

$\Sigma(p)$ die Summe der Einwohner der an der Bahn gelegenen Stationsorte.

Für die Betriebskosten wird folgende Formel aufgestellt:

$$A = (0{,}018\, p + 0{,}030\, t + Z + 80) \text{ Mark}.$$

---

[1]) Näheres u. a. in Ann. d. p. et ch. 1876, Abhandlung von Louis Jules Michel, deutsch von Prof. Sonne in der Eisenbahnzeitung; weiter T. v. Szabó im Organ 1875. — R. Richard und E. Mackensen, Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften (Wiesbaden 1877). Cap. I.

In dieser Formel bedeuten:

p die Anzahl der auf das Kilometer Bahnlänge kommenden Passagiere,

t die auf das Kilometer Bahnlänge treffenden Tonnen Fracht,

Z die Ausgabe pro Kilometer für Vieh, Pferde, Equipagen, Hunde und Gepäck.

Die Kosten für ungewöhnlich grosse Steigungen sollen besonders berücksichtigt werden.

Eine wesentliche Vervollständigung hat diese von Michel herrührende Methode durch die neuesten Arbeiten von R. Richard und E. Mackensen erhalten. Es fehlt uns jedoch an genügenden Daten, um diese Methode praktisch für Secundärbahnen ausnutzen zu können, und verweisen wir daher, behufs weiterer Studien, auf die besagte Abhandlung. — Bezüglich der wirklichen Betriebskosten verweisen wir auf diejenigen Daten, welche wir bei der Abhandlung über den Betrieb und bei der Beschreibung einzelner Secundärbahnen weiter unten mittheilen.

Secundäre Bahnen werden in der Regel eingleisig angelegt, was auch die »Grundzüge« gestatten. (§ 1.)

Die weiteren Paragraphen der »Grundzüge«, welche sich unmittelbar auf das Traçiren beziehen, lauten:

§ 2. **Gefälle:** Bahnen I. Das Gefälle, welches eine Bahn in der Regel nicht überschreiten soll, beträgt 1 : 40.

Bahnen II. Gefälle von mehr als 1 : 25 sind zu widerrathen.

Bahnen III. Wie ad I und ad II, je nachdem die grösste Fahrgeschwindigkeit über oder unter 15 Kilometer angenommen wird.

§ 3. **Curven:** Bahnen I. Die Minimalradien dürfen in der Regel nicht kleiner als 150^m sein. Der Uebergang aus der geraden Strecke in die Curve ist durch eine Parabelcurve[2] zu vermitteln.

Zwischen den Ueberhöhungsrampen der äusseren Schienen zweier entgegengesetzter Curven soll eine gerade Strecke von mindestens 10^m Länge liegen. In den steileren Steigungen einer Bahn sollen möglichst flache Curven angewendet und die Gefällwechsel möglichst in die Gerade gelegt werden.

Bahnen II. Die Minimalradien dürfen bei Abtheilung 1 in der Regel nicht kleiner als 150^m sein; bei Abtheilung 2 richten sich dieselben nach den gewählten Radständen und der Einrichtung der Achsen und Räder.

Bahnen III. Curven unter 80^m, beziehungsweise 50^m Radius sind zu widerrathen. Bei Geschwindigkeiten nicht über 150 Kilometer pro Stunde tritt dasselbe ein wie ad II, Abtheil. 2.

§ 4. **Spurweite:** Bahnen I und II. Die Spurweite muss im Lichten $1^m,435$ betragen.

Bahnen III. Die Spurweite soll im Lichten 1^m oder $0^m,750$ betragen.

§ 6. **Normalprofil:** Bahnen I. Auf der freien Bahn ist das auf Taf. I, Fig. 1 gezeichnete Normalprofil des lichten Raumes mindestens inne zu halten.

In Curven ist auf die Spurerweiterung und Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges Rücksicht zu nehmen.

Bahnen II. Auf der freien Bahn ist für Abtheilung 1 das auf Taf. I, Fig. 1 gezeichnete Normalprofil des lichten Raumes inne zu halten.

Für Abtheilung 2 ist der lichte Raum nach Maassgabe der gewählten Wagen- und Ladungsbreite und Höhe für jeden Fall festzustellen.

Bahnen III. Der lichte Raum ist nach Normalprofil Taf. I, Fig. 2 u. 3 zu bestimmen.

---

[2] Ueber eine vollständigere Vermittlung siehe Abhandlung von L. Vojáček im Organ 1877, 2. Heft.

§ 7. **Freier Raum für die Bahn:** Bahnen I. Bei Anlage eines zweiten Bahngleises muss dasselbe in der freien Bahn von Mitte zu Mitte mindestens 3^m,500 vom ersten Gleise entfernt bleiben.

Bahnen II. Die Bahngleise in der freien Bahn sollen
für Abtheilung 1 angeordnet werden, wie obenstehend ad I,
für Abtheilung 2 darf diese Entfernung nicht weniger betragen, als die festgestellte grösseste Wagen-, resp. Ladungsbreite plus 500^{mm}.

Bahnen III. Zwei oder mehr nebeneinanderliegende Gleise müssen mindestens so weit von einander entfernt bleiben, dass das Normalprofil für den lichten Raum jeden Gleises frei bleibt.

§ 8. **Kronenbreite.** Bahnen I. Die Kronenbreite in der durch die Unterkante der Schienen gelegten Linie soll bis zum Durchschnittspunkte der Böschungslinie bei eingleisigen Bahnen nicht weniger als 3^m,300 betragen. Bei stärkeren Curven und hohen Dämmen wird eine Verbreiterung nach der Aussenseite empfohlen.

Bei zweigleisigen Bahnen regelt sich die Kronenbreite nach Maassgabe der Bestimmungen von § 7.

Bahnen II. Die Kronenbreite in der durch die Unterkante der Schienen gelegten Linie soll bis zum Durchschnittspunkte der Böschungslinien bei einer eingleisigen Bahn nicht weniger als 3^m,300 betragen.

Bei zweigleisigen Bahnen regelt sich die Kronenbreite nach Maassgabe der Bestimmungen von § 7.

Bahnen III. Die Kronenbreite in der durch die Unterkante der Schienen gelegten Linie soll bis zum Durchschnittspunkte der Böschungslinien bei eingleisigen Bahnen nicht weniger als das $2^1/_2$fache der Spurweite betragen.

In starken Curven und für hohe Dämme wird eine Vergrösserung dieses Maasses nach der Aussenseite empfohlen.

Die Wahl der Querprofile gehört zwar schon zu den Detailarbeiten und es werden dieselben bei der Abtheilung »Unterbau« näher besprochen, wir haben aber die nöthigen Stellen der Grundzüge deshalb hier angeführt, um dieselben beisammen zu haben.

Bei den Vorarbeiten wird man sich in den meisten Fällen vorhandener Karten bedienen können. Eine Recognoscirung wird gewöhnlich genügen zur Bestimmung gewisser Punkte, welche man festhalten kann, um Anhaltspunkte bei einem vorzunehmenden Nivellement zu besitzen. Man wird dasselbe an den der künftigen Bahn zunächst gelegenen Strassen, Wegen etc. vornehmen können. Bestimmt man nachher an geeigneten Stellen Querprofile, so wird man ein Vorproject gerade so ausführen können, wie es bei Hauptbahnen der Fall ist.

Eine der vortheilhaftesten Methoden ist die in der Schweiz seit Dufour's Aufnahme des Cantons Genf (1838/39) in Anwendung gebrachte und später (1843—1851) von Prof. Wild in Zürich verbesserte, im Folgenden kurz beschriebene Art topographischer Aufnahmen.[3])

Die Aufnahme beginnt mit einem Fixpunktnivellement entlang der früher ermittelten Hauptrichtung und im Anschluss hieran erfolgt die weitere Aufnahme mit Benutzung von Messtisch, Orientirboussole, Kippregel mit Distanzmesser und Höhengradbogen und logarithmischem Rechenschieber.

Das Fadenkreuz des distanzmessenden Fernrohrs besitzt einen Verticalfaden und drei Horizontalfäden, von denen die beiden äusseren für diesen Zweck am ge-

---

[3]) Bericht der Bahnbauabtheilung der Schweizerischen Nordostbahngesellschaft bei Gelegenheit der Weltausstellung in Philadelphia 1876.

eignetsten verstellbar sind und so regulirt werden, dass sie bei 100^{m} Entfernung einen Lattenabschnitt von 1^{m} einfassen.

Die Aufnahme eines Terrainpunktes der Distanz und Höhe nach, geschieht von einem Standpunkte aus und erfordert an Ort und Stelle die folgenden einfachen Arbeiten:

a) Visiren und Ablesen an der Nivellirlatte;
b) Ablesen am Höhengradbogen;
c) Berechnen der Distanz und Höhe durch einfachste Manipulation am Rechenschieber;
d) Abstechen der Distanz auf dem Messtischblatt und Niederschreiben der Höhenzahl.

Die Distanz, bis zu welcher die Ablesung mit vollkommener Sicherheit noch erfolgen kann, beträgt bei einem Fernrohre mit 20maliger Vergrösserung und bei Anwendung einer deutlich getheilten, mit schwarz nicht überhäuften Latte ca. 400^{m}.

Ein geübter Techniker ist im Stande mit zwei Lattenträgern in einer Zeitstunde bis 60 Punkte zu bestimmen und 1 Kilometer in 3 Arbeitstagen fertig zu stellen. Da die Breite des aufzunehmenden Terrainstreifen selten 0,5 Kilometer übersteigt, so können per Kilometer Bahnlänge 1,5 Arbeitstage gerechnet werden.

Der passendste Maassstab für derartige Pläne ist 1 : 5000, mit Abständen der Horizontalcurven von 2 bis 3^{m}.

Mit Hülfe derartiger Pläne lassen sich nun leicht verschiedene Traçen untersuchen und vergleichen; dabei werden die Längen- und Querprofile unter Anwendung eines eingetheilten Winkels auf linirtes Papier aufgetragen.

Ist die Achse bestimmt, so kann mit der Absteckung begonnen werden; hierbei empfiehlt es sich in stark coupirtem Terrain wieder den Messtisch mit den Originalblättern zu verwenden, und neben den Richtungen, namentlich an Hängen, vorzugsweise die im Längenprofile angenommenen Höhen festzuhalten.

Bei dem Traçiren der Montanbahn Rostoken-Marksdorf (Fig. 1 u. 2, Taf. II) von 0^{m},75 Spurweite und mit einer langen Steigung von 25 ‰ wurden dreierlei Vorgänge beobachtet, je nachdem sich die Linie an steilen Hängen mit scharf ausgeprägten Ecken, oder an sanft geneigten, weniger gekrümmten Lehnen hinzog, oder endlich Partien berührte, die sich als besonders geeignet zur Anbringung von Kehren darstellten. An steilen Hängen, deren Krümmungen mit dem angenommenen kleinsten Krümmungshalbmesser nicht mehr auszuführen waren, müssen in kurzen Abständen Querprofile aufgenommen und aus den eingezeichneten Kunstprofilen die Linien bestimmt werden. Im zweiten Falle dagegen führte die »Gefällstraçirung« am schnellsten zum Ziele, wobei zunächst als Sicherheit wegen der später nothwendigen Abrundung der Ecken und dadurch sich ergebenden Verkürzung der Linie eine etwas geringere Steigung als die definitive in Rechnung genommen war. Die kleinen Abweichungen, welche sich hieraus für die einzelnen so aufgenommenen Strecken ergaben, wurden zugleich mit den an die einzelnen Partien der Linien sich etwa anschliessenden Kehren richtig gestellt. Für letztere erschien es am geeignetsten, Schichtencurven aufzunehmen und aufzutragen, und dann die auf Grundlage derselben gefundene passendste Linie nachträglich auf dem Terrain abzustecken. Nach Feststellung der einzelnen Partien der Linie wurde auf dem Terrain die Achse genau verpflockt, und die Lage der Durchlässe etc. bestimmt. Zugleich wurden durchwegs Querprofile aufgenommen und der Bau auf gewöhnliche Art in Einschnitten und Dämmen begonnen. Bei Stellen jedoch, wo die Bahn in einen Bahnenanschnitt zu liegen kam, und wo die Felsenprofile nicht

im Voraus bestimmbar waren, wurde der Anschnitt in der Höhe des Unterbauplanums profilirt und je nach dem Ergebniss der Aufdeckung derselben die Linie nachgerückt.

Sehr einfach wird die Traçirung einer Secundärbahn, wenn dieselbe mit theilweiser Benutzung einer vorhandenen Strasse oder zu deren Seiten angelegt werden kann; es kann dann das Längenprofil der Strasse zu Grunde gelegt und die Abweichungen, welche gewöhnlich bei Umgehung von Ortschaften, um den Strassenverkehr in denselben nicht zu stören, nöthig werden, leicht nachgetragen werden. Ein Beispiel derart bildet die auf Tafel III in Situation, Längen- und Querprofilen dargestellte Bahn von Lausanne nach Echallens, auf die wir bei der speciellen Beschreibung noch zurückkommen werden.

Die Arbeitskosten der Projectanfertigung können in normalen Fällen und ohne administrative Auslagen zu 150 Mark pro Kilometer Länge veranschlagt werden.

Bei der Achsenabsteckung wird man besonders die Curven beachten. Das Einlegen von Uebergangscurven wird am besten nach der im Organ 1877, 2. Heft beschriebenen Methode von L. Vojáček mit Hülfe eines Diagramms geschehen, an welchem man die Abscissen, die Scheitelverschiebung und die Verschiebung des Anfangspunktes direct abmessen kann.

Was den Grunderwerb anbelangt, so lassen wir hier die Worte Plessner's[4]) folgen:

Für das gesammte Localbahnwesen ist nur die billige Gestellung des Grunderwerbes eine Hauptbedingung, denn die Landwirthschaft und die mit ihr verbundenen Industriezweige haben den meisten Nutzen davon.

Sollen die Localbahnen in grösserem Umfange zu Stande kommen, so muss jedenfalls verlangt werden, dass die Gemeinden, die Kreis- und Bezirkscorporationen den Grunderwerb unentgeltlich stellen, und bei dessen Erwerb selbst und mit gleichem Maass von Billigkeit und Strenge verfahren, dann wird in gewöhnlichen Fällen, selbst wenn auch die Kosten für Bäume, kleine Baulichkeiten etc. und die Geometer- und Notariatskosten hinzutreten, das ganze Terrain für eine Local- oder Secundärbahn, da gewöhnlich nur 10—11 Hektaren gekauft werden, für 5400 Mark, bei geringerem Boden für 4000 Mark und in den ungünstigeren Fällen für 6600 Mark zu erwerben sein, da aber die Stadtgemeinden und verständige, in guten Verhältnissen lebende Gutsbesitzer allermeist das Terrain unentgeltlich hergeben und zuweilen vorhandene Dämme und Wege benutzt werden können, so reducirt sich in Wirklichkeit das Erforderliche meistens noch um $^1/_4$—$^1/_3$ und das ganze Opfer, welches dem Kreise bei Zuweisung freien Grunderwerbes zugemuthet wird, beträgt vielleicht pro Meile in Medio 30,000 Mark.

Dadurch wird beim Traçiren öffentlicher Secundärbahnen in der Regel ein Umstand wegfallen: die Traçe kann ohne Berücksichtigung des Bodenpreises gewählt werden.

Die Wahl der Spurweite wird in jedem Falle von örtlichen Verhältnissen abhängen. Wenn z. B. die Gesellschaft einer Hauptbahn in einer ebenen Gegend, wo vielleicht noch Grund und Boden zur Disposition steht, eine Secundärbahn mit Anschluss an die bestehende Linie herstellen will, und zum Betrieb altes Material von der Hauptbahn benutzen kann, so wird unzweifelhaft normale Spur gewählt werden. Anders wird sich der Fall gestalten im coupirten Terrain, wo eine Traçe mit stärkeren Radien als 150^m bedeutende Ersparnisse bringen kann, indem grosse Erdarbeiten oder Brücken durch Annahme der schmalen Spur sich vermeiden lassen.

[4]) F. Plessner, Noch ein Wort zur Anregung des Baues von Localbahnen. Berlin 1875, p. 26.

Aehnlich wird sich die Sache gestalten können, wenn man, bei Annahme der Schmalspur, bestehende Strassen oder Dämme benutzen kann.

Der Personenverkehr ist mit jeder Spurweite ausführbar, und der Güterverkehr, welchen Secundärbahnen zu bewältigen haben, kann auch fast immer selbst bei der schmalsten Spur bewältigt werden. Ist es nicht der Fall, so hat die Bahn auch ihren secundären Charakter verloren, und hätte gleich von Anfang an als Hauptbahn behandelt werden sollen.

Die Schwierigkeiten des Ueberladens sind in der Regel, wo sie durch andere bedeutende Vortheile im Bezug auf Billigkeit überwogen werden, von viel kleinerem Belang, als man sich oft vorzustellen pflegt.

§ 3. Unterbau. — Die Grundsätze, welche beim Bau der Hauptbahnen in Anwendung kommen, werden bei Localbahnen wieder angewendet werden müssen, und werden nur insofern modificirt, als es die grössere Sparsamkeit, die geringeren Dimensionen, kleinere Belastung und Geschwindigkeit, und das Anpassen der Traçe an die Oberfläche erlaubt und erheischt. Deshalb lässt sich allgemein und für diejenigen Fälle, wo die Bahn nicht auf einem Strassenkörper geführt wird, nicht viel mehr sagen, als in den »Grundzügen« enthalten ist. Die bezüglichen Paragraphen lauten, wie folgt:

§ 8. **Kronenbreite.** (Siehe p. 12.)

§ 9. **Trockenlegung.** Bahnen I, II u. III: Die Sohle des Bettungsmaterials muss eine möglichst vollständige Entwässerung erhalten.

Wünschenswerth ist es, die Aussenbankette ganz aus durchlassendem Material zu bilden.

§ 10. **Bettungsmaterial.** Bahnen I: Das Bettungsmaterial soll unter den Schienenunterlagen wenigstens 150mm stark sein, und eine solche Beschaffenheit haben, dass es weder bei anhaltender Nässe durchweicht, noch durch Frost zerstört wird.

Bahnen II: Das Bettungsmaterial soll unter den Schienenunterlagen wenigstens 130mm stark sein und eine solche Beschaffenheit haben etc. (wie vorstehend ad I).

Bahnen III: Das Bettungsmaterial soll unter den Schienenunterlagen wenigstens 100mm stark sein etc. (wie ad I).

Fig. 1.

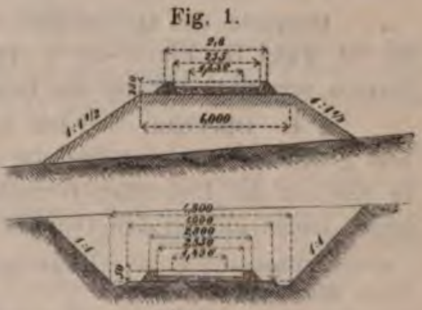


Fig. 2.

Die Kronenbreite und die Dicke der Bettungsschichte wird sich nach dem Material richten müssen, und wird oft bei der gleichen Bahn verschieden sein. Bei den ungarischen normalspurigen Secundärbahnen der Oesterreichischen Staatseisenbahngesellschaft, welche durch Lehmboden gehen, wo der Grund und Boden nicht gekauft werden musste, und wo der Ballast theuer war, beträgt die Kronenbreite 3m,625 und die Dicke der Bettungsschichte 0m,250 (s. nebenstehende Fig. 1 und 2). Die Normalien der normalspurigen Vicinalbahnen der Schweizerischen Nordostbahngesellschaft (Fig. 2—6, Tafel IV) enthalten Kronenbreiten von 3m,2—3m,6 und die Bettungsschichte ist zwischen 0m,3 bis 0m,5 dick, je nach der Beschaffenheit des Materials und des Untergrundes. Aus Ersparnissrücksichten werden die Einschnittsböschungen etwas steiler als bei Hauptbahnen gehalten. Dieselben betragen in gewöhnlicher Erde bei den ersteren $1 : 1^1/_2$, während sie bei Vicinalbahnen $1 : 1^1/_4$ gemacht werden. Die Tiefe der Einschnitte ist in der Regel, wegen Anwendung stärkerer Curven, etwas geringer, wodurch diese Ersparniss motivirt erscheint.

In Felseinschnitten ist die Einfassung des Schotterbettes mit den dem Ein-

schnitte entnommenen Steinen üblich, wodurch man eben, gegenüber der in den »Grundzügen« vorgeschriebenen Kronenbreite, noch $0^m,1$ ersparen kann.

Die Stärke des Schotterbettes beträgt bei den Dämmen $0^m,3$, bei den Einschnitten in Erde $0^m,4$, und bei den Einschnitten in Lehm und Felsen $0^m,5$.

Die Grabensohle, deren normale Breite $0^m,3$ beträgt, liegt $0^m,2$ unter der Planirkante, d. i. $0^m,6$—$0^m,7$ unter Schwellenoberkante, während bei Hauptbahnen derselben Gesellschaft diese Dimension $0^m,7$—$0^m,9$ beträgt.

Benutzung bestehender Unterbaukörper. Eine Eigenthümlichkeit der secundären Bahnen, welche ihnen unter Umständen besondere Vortheile bringen kann, ist die Möglichkeit der Benutzung bestehender Strassen und Dämme, wodurch die Unterbaukosten zum grossen Theile wegfallen.

Die Anordnung wird auf doppelte Weise geschehen können: Entweder kann die Bahn erhöht werden (Fig. 7, Tafel IV), oder bleibt sie im gleichen Niveau mit der Strasse (Fig. 1, Tafel V). Das erste Beispiel ist dem Project einer normalspurigen Bahn von Strassburg nach Lauterburg entnommen, welches seiner Zeit von den französischen Ingenieuren Krafft, Morandière und Gambaro ausgearbeitet wurde. Das zweite Beispiel ist die bewährte und bekannte Broelthalbahn. Bei dieser Bahn von $0^m,785$ Spurweite hat die Strasse eine Breite von $7^m,53$ zwischen den Gräben, die Fahrzeuge besitzen eine grösste Breite von $1^m,883$ und es bleiben $5^m,65$ Breite frei für die gewöhnlichen Fuhrwerke. Bei der Bemessung dieser Breite wird man in jedem Falle Rücksicht darauf nehmen müssen, dass der Strassenverkehr mittelst Pferden durch eine neue zweckmässig angelegte Eisenbahn bedeutend abnehmen muss. Man wird die erstere Anlage auf Strassen nur dann vorziehen, wenn es zu befürchten wäre, dass der Bahnkörper nicht genug entwässert werden kann. Bei den Stützmauern wird insbesondere der kleinere Druck und die geringere Geschwindigkeit, Unterschiede den Hauptbahnen gegenüber, verursachen. Man wird einen ausgedehnten Gebrauch vom trockenen Mauerwerk machen können, wenn man lagerhaftes Material mit guter Arbeit verbinden kann.

Beispiele von Querprofilen und Unterbaugegenständen sind in den Figuren 3 bis 10, Tafel II, Fig. 1 bis 9, Tafel IV und Fig. 1 bis 8, Tafel V enthalten. Im übrigen verweisen wir auf die Beschreibung einzelner Bahnen.

§ 4. Oberbau. — Die Grundsätze des Oberbaues für Hauptbahnen werden zum grossen Theile auch auf die secundären Bahnen übertragen werden können. — In den von der Eisenbahn-Techniker-Versammlung in Constanz aufgestellten Grundsätzen lauten die auf den Oberbau bezüglichen Stellen, wie folgt:

Schienen. § 11. Bahnen I, II und III: Die Schienen sollen aus gewalztem Eisen oder Stahl bestehen.

§ 12. Bahnen I, II und III: Die Schienen sollen an den Enden in einer zu ihrer Achse normalen Ebene abgeschnitten sein.

Die seitliche Abrundung des Schienenkopfes soll einen Halbmesser von 14^{mm} haben.

§ 13. Bahnen I: Die Schienen sollen in der Regel eine Belastung von 5000 Kilogr. bewegter Last pro Rad mit Sicherheit tragen können.

Bahnen II: Die Tragfähigkeit der Schiene muss der im Programm beabsichtigten grössten Belastung für die Maximalgeschwindigkeit entsprechen.

Bahnen III: Die Schienen sollen in der Regel eine Belastung von 3800 Kilogr. resp. 2500 Kilogr. per Rad mit Sicherheit tragen können.

§ 14. Lage der Schienen. Bahnen I, II u. III: Die Schienen sollen nach Innen geneigt gestellt sein und soll diese Neigung mindestens $^1/_{20}$ der Höhe betragen.

Die Oberflächen der beiden Schienen eines Gleises sollen in geraden Strecken genau in gleicher Höhe liegen.

In Curven soll die äussere Schiene, mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit, um so viel höher als die innere gelegt werden, dass die Schienenkante möglichst wenig von den Spurkränzen angegriffen werde.

(Für nicht mit Locomotiven befahrene Bahnen ist es zulässig, die Gleise so anzuordnen, dass in sehr engen Curven die Räder auf der Aussenseite derselben auf ihren Spurkränzen laufen.)

§ 15. **Schienenbefestigung.** Bahnen I: Die Oberkante der Schienen soll am inneren Rande derselben über den Befestigungsmitteln, als Stühlen, Nägeln etc., mindestens 38^{mm} erhöht sein.

Bahnen II: Für Abtheilung 1 wie vorstehend ad I.

Für Abtheilung 2 nach Maassgabe der Betriebsmittel.

Bahnen III: Die Oberkante der Schienen soll am inneren Rande derselben über den Befestigungsmitteln, als Stühlen, Nägeln etc., mindestens 30^{mm} erhöht sein.

Stossverbindungen. § 16. Bahnen I, II u. III: Die Befestigung der Stossverbindung muss den erforderlichen Spielraum für Temperatur-Veränderungen gestatten.

Bahnen I: Die Befestigung breitbasiger Schienen an den Stössen blos mit Hakennägeln oder Schrauben ist in den Hauptgleisen unzulässig.

§ 17. Bahnen I u. II: Zur Verbindung der Schienen an den Stössen wird eine Laschenconstruction als die beste Verbindungsart anerkannt.

Auch bei der Stossverbindung der Stuhlschienen ist die Anwendung von Laschen zu empfehlen.

Die den Schienenstössen zunächst liegenden Unterstützungen sollen denselben so nahe gelegt werden, als das vollkommene Unterstopfen es gestattet.

Bei einer kräftigen Laschenconstruction ist die Anwendung schwebender Stösse zu empfehlen.

Bahnen III: Die Anbringung von Laschen ist, ausser bei Flachschienen, zu empfehlen.

§ 18. **Unterlagen.** Bahnen I, II u. III: Als Schienenunterlagen sind Holz, Stein und Eisen zulässig.

§ 19. **Holzschwellen.** Bahnen I, II u. III: Bei der Anwendung der Unterlagen aus Holz ist das System der Querschwellen dem der Langschwellen vorzuziehen.

Bei Anwendung von Querschwellen unter den Stössen sollen dieselben eine grössere Grundfläche haben, als die Mittelschwellen.

Wo Langschwellen zur Anwendung kommen, sollen dieselben dergestalt mit einander verbunden werden, dass die Spurweite sich nicht verändern kann.

Steinunterlagen. § 20. Bahnen I, II u. III: Steinunterlagen sind bei neuen Bahnen nur da zu empfehlen, wo ihr Bettungsmaterial den widerstandsfähigen Boden erreicht.

Auf Dämmen sollen Steinunterlagen nur dann gelegt werden, wenn sich die Dämme consolidirt haben.

§ 21. Bahnen I: In Curven von geringerem Umfange als 600^{m} müssen bei Anwendung von Steinunterlagen die Schienen an den Stössen so mit einander verbunden sein, dass eine Veränderung der Spurweite vollständig verhindert wird. In flacheren Curven und geraden Linien kann diese Verbindung fortbleiben, wenn die Steinwürfel ein genügendes Gewicht haben, an ihrer äusseren Seite mit Bettungsmaterial fest hinterstopft werden und die Neigung der Schienen erhalten.

Bahnen II: In Curven von geringerem Halbmesser als 300^{m} müssen (im Uebrigen wie ad I).

Bahnen III: In Curven von geringerem Halbmesser als 250, resp. 200^{m} müssen (im Uebrigen wie ad I).

Bezüglich der Gleiserweiterung befindet sich schliesslich folgende Bestimmung in den Grundsätzen:

§ 5. **Spurerweiterung.** Bahnen I: In Curven darf die Erweiterung der Spur das Maass von 30^{mm} nicht überschreiten.

Bahnen II: Für Abtheilung 1 wie vorstehend ad I. Für Abtheilung 2 richtet sie sich nach der gewählten Einrichtung der Achsen und Räder.

Bahnen III: In Curven darf die Erweiterung der Spur das Maass von 25^{mm}, resp. 20^{mm} nicht überschreiten.

Oberbausysteme. Man wird im Allgemeinen dieselben Oberbausysteme, welche bei den Hauptbahnen in Anwendung gekommen sind, auch für die secundären Eisenbahnen anwenden können. Eine Beschränkung darin geben jedoch die für Secundärbahnen gebotenen Sparsamkeitsrücksichten. Letztere sind auch die Ursache, dass man bislang noch weniger von dem Oberbau mit hölzernen Querschwellen abgegangen ist als bei den Hauptbahnen, und dass man weniger geneigt ist neue Constructionen zu versuchen, wenn dieselben grössere Anlagekosten veranlassen. Die umlegbaren Schienenprofile sind bekanntlich bei europäischen Bahnen nur in England und in Frankreich im Gebrauch, und finden dort auch bei secundären Bahnen Anwendung. In den übrigen Ländern Europas verwendet man fast ausschliesslich die auf Querschwellen gelegte Vignolesschiene; vereinzelte Versuche mit Hartwichschienen, Querschwellen aus ⊢⊣-Eisen u. a. bilden Ausnahmen. Auf Taf. VI sind eine Anzahl Schienenprofile, welche auf normal- und schmalspurigen Secundärbahnen in Anwendung gekommen sind, in halber natürlicher Grösse dargestellt, während auf Tafel IX in Fig. 21—28 verschiedene Schienenstossverbindungen veranschaulicht sind.

Das Hilf'sche eiserne Langschwellensystem ist wegen der umständlichen Montirung für Secundärbahnen weniger anwendbar als das System Heusinger von Waldegg. Dieses in Fig. 1—9, Tafel VII abgebildete Oberbausystem besteht aus Langschwellen, welche ähnlich den Hilf'schen geformt sind, mit dem Unterschiede, dass die Mittelrippe nach oben gekehrt ist. Auf die Langschwellen und über die Mittelrippe wird eine Brückenschiene gelegt und mittelst eiserner Backen und runder Holzkeile in einfachster Art befestigt.

Zur Ausfüllung der Höhlung im Inneren der Fahrschiene, auf beiden Seiten der Längsrippe der Langschwelle, werden schmiedeeiserne sattelförmige Klammern, an den Stellen der Befestigungskeile, über die obere Längsrippe der Langschwelle gesteckt und darnach die Fahrschiene aufgelegt und festgekeilt. Jene Klammern übertragen den Seitendruck der Fahrschiene auf die Längsrippe der Langschwelle, ohne die Befestigungskeile in Anspruch zu nehmen. In den geraden Strecken haben diese Klammern gleich starke Schenkel, dagegen ungleiche Schenkelstärken in den Curven, und zwar ist der eine Schenkel gerade um so viel schwächer, als der andere stärker wird. Auf diese Art werden 8 verschiedene Klammern angewandt, um die Fahrschiene auf das Genaueste, dem Radius der verschiedenen Curven entsprechend, biegen und befestigen zu können. Für letzteren Zweck dienen Holzkeile von etwas verschiedener Stärke, während die Lochung sämmtlicher Langschwellen, sowohl in den Curven, als in geraden Strecken, nach einer und derselben Chablone erfolgen kann. Durch das Antreiben der Holzkeile werden nicht nur die Füsse der Fahrschienen auf der Deckplatte der Langschwelle niedergezogen und festgehalten, sondern gleichzeitig auch die Stege der Fahrschiene zusammen- und die Klammern an die obere Rippe der Langschwelle gedrückt, um das unverrückbare Festsitzen derselben zu sichern.

Der Stoss der Fahrschiene soll jedesmal in der Mitte der Langschwelle liegen, auf welche Weise Langschwelle und Fahrschiene eine vorzügliche gegenseitige Verlaschung bilden, besonders da an beiden Stössen längere Klammern, doppelte Backen und längere Holzkeile, die beiderseits übergreifen, verwendet werden. Die Stösse werden durch Querschwellen, welche aus den Langschwellen geschnitten sind, unterstützt; die obere Rippe, welche in die Stossfuge der Langschwellen zu liegen kommt, giebt zugleich ein Mittel gegen das Wandern in der Längenrichtung. In der Mitte der Langschwellen sind Querschwellen von ⊓-Eisen angebracht. Alle Quer-

schwellen sind auf den Enden abgebogen, um den Schienen $1/_{20}$ Neigung zu geben. Sie dienen nur zum Halten der Spurweite, und ihre Verbindung mit den Langschwellen erfolgt mittelst Niete oder Schrauben mit concentrischen oder excentrischen Köpfen, in der Weise, dass, obwohl die Lochung für alle Curven dieselbe bleibt, sich 6 Combinationen für die Spurerweiterung, von 4^{mm} zu 4^{mm} steigend, erzielen lassen.

Dieser Oberbau lässt sich bedeutend billiger herstellen und einfacher verlegen als der Hilf'sche. Die sämmtlichen Bestandtheile eines solchen Oberbaues für eine normalspurige Secundärbahn kosteten Ende 1876 nur 14 Mark pro laufenden Meter, loco Hütte.

Die Völklinger Hütte hat aus den Abfällen der Hilf'schen Langschwellen Einzelunterlagen angeordnet und so einen in Fig. 10—13 auf Tafel VII dargestellten leichten Oberbau für schmalspurige Bergwerksbahnen hergestellt. Derselbe wiegt nur 35,2 Kilogr. pro laufenden Meter, ist aber seinem Wesen nach eher unter die Oberbaue der Tertiärbahnen zu rechnen. Die Befestigung der Fahrschiene mit den Unterlagen und den Querverbindungen aus Winkeleisen erfolgt durch gewalzte eiserne Krampen und zusammengebogene Schmiedeeisenkeile (Fig. 10^a).

Unter den anderen Oberbausystemen, welche für Secundärbahnen von Interesse sind, erwähnen wir den mit Hartwich-Schienen, ohne Schwellen, gelegten Oberbau, wie er öfters für Pferde- und Rollbahnen zur Ausführung kam, so z. B. bei der Pferdebahn in Stuttgart, bei der Brauereibahn in Strassburg (Fig. 14 u. 15 auf Tafel VII), bei dem zum Bau der Eifelbahn verwendeten Rollbahnen etc.

Andere aussergewöhnliche Oberbausysteme werden bei der Beschreibung der betreffenden Bahnen behandelt.

Schienen. Für die Wahl der Schiene wird § 13 der Grundzüge ein Anhaltspunkt sein. Die Tragfähigkeit G wird, bei dem üblichen Oberbau mit Querschwellen, nach der Formel:

$$G = 5{,}261 \, \frac{K \, . \, W}{l \, . \, a}$$

bestimmt, wobei bedeutet:

K den Sicherheitscoëfficienten
(für Schmiedeeisen $K =$ ca. 800 Kilogr. pro $\square^{cm}$.)
(für Stahl . . . . $K =$ ca. 1000 Kilogr. pro $\square^{cm}$.),
W das Trägheitsmoment in Bezug auf den Schwerpunkt,
l die normale Schwellenentfernung,
a den Abstand der äussersten Faser von der Schwerpunktsachse.

Man wird meistentheils die Auswahl zwischen bestehenden Profilen haben, und nöthigenfalls ein Profil unbedeutend nach localen Bedürfnissen modificiren. Beispiele geeigneter Schienenprofile finden sich in den beiliegenden Tafeln.

Die Benutzung der obigen Formel (nach Winkler) ist eine sehr einfache. Wählt man z. B. das in Fig. 1, Tafel VI dargestellte Profil der Schweizerischen Nordostbahn, bei welchem $\frac{W}{a} = 95{,}6$ ist, zu Bahnen I, so ist $G = 5000$ Kilogr. (§ 13 der Grundzüge). Es ergiebt sich daher:

$$l = 5{,}261 \, \frac{K}{G} \, . \, \frac{W}{a}$$

$$\text{oder } l = 5{,}261 \, . \, \frac{800}{5000} \, . \, 95{,}6 = 80{,}5^{cm} \text{ für Eisen,}$$

$$\text{und } l = 5{,}261 \, . \, \frac{1000}{5000} \, . \, 95{,}6 = 100{,}6^{cm} \text{ für Stahl.}$$

Indessen werden verschiedene Umstände die Wahl des Coëfficienten K bestimmen können.

Es ist fast immer von entschiedenem Vortheil nur das beste Material für die Schienen secundärer Eisenbahnen anzuwenden, indem die schwachen Schienen, bei den oft vorkommenden stärkeren Curven und unregelmässigeren Betriebsansprüchen, in der Regel verhältnissmässig mehr leiden, als bei Hauptbahnen.

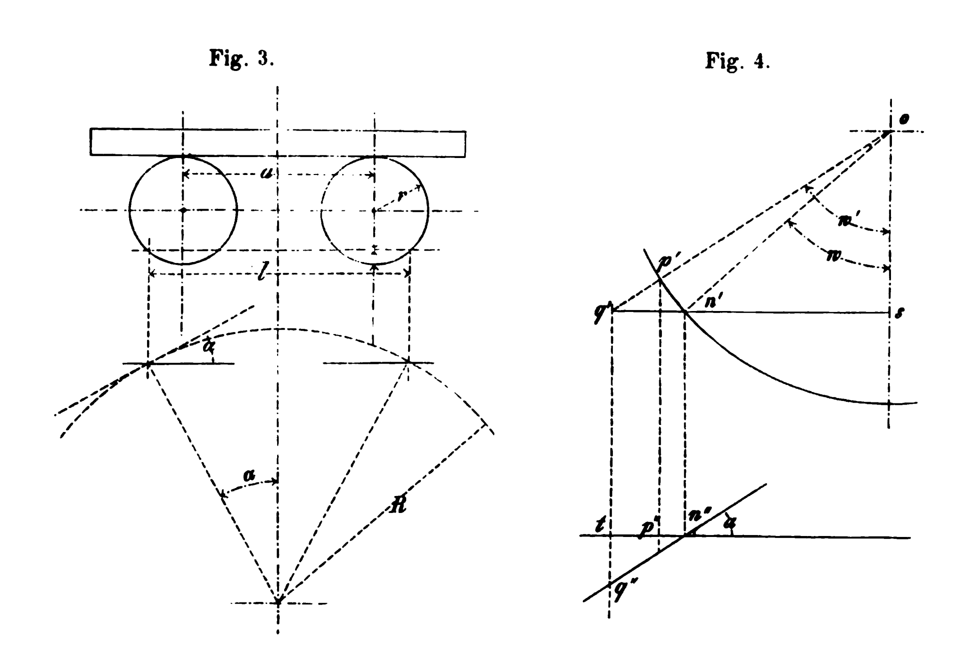
Bei starken Curven wird es sich oft empfehlen die Form des Schienenkopfes mit derjenigen des Bandagenprofils derart in Einklang zu bringen, dass die Berührung (wenn man keine Rücksicht auf das elastische Zusammendrücken des Materials nimmt) nicht in zwei Punkten, sondern in einer Linie geschieht, wodurch Schiene und Bandage besser geschont werden. Die theoretische Form der Seitenflächen des Schienenkopfes lässt sich leicht untersuchen, wenn man folgende Voraussetzungen macht:

a) die Bandagen legen sich auf die äusseren Schienen an und das Abstehen des einen Endes des betreffenden Fahrzeuges ist von keinem Belang für die gegenwärtige Untersuchung;

b) die Krümmung des Gleises kann gegenüber derjenigen des Laufkreises vernachlässigt werden;

c) die Bestimmung gilt für neues Material;

d) die Tiefe des Einsinkens Δ, der Radstandes a, der Krümmungshalbmesser R und der Radhalbmesser r werden als gegeben angenommen.



Man hat dann nach Fig. 3 die Entfernung $l = a + 2\sqrt{2r \,.\, \Delta}$ und daher $\sin \alpha = \dfrac{a + 2\sqrt{2r \,.\, \Delta}}{R}$, $\sin^2 \dfrac{w}{2} = \dfrac{\Delta}{2r}$; führt man Schnitte durch die Achse des Rades wie z. B. nach Fig. 4 $o\,p\,q$, so erhält man von der Bandage stets denselben

Querschnitt, während andererseits die Entfernungen $p'q'$ und tq'' die relative Stellung des Schienenquerschnittes angeben.

Vernachlässigt man die Deformation des Querschnittes der Schiene, welche dadurch entsteht, dass man dieselbe nicht senkrecht, sondern unter dem ein wenig kleineren Winkel $(90^\circ - w')$ schneidet, so lässt sich die Schienenkopfform dadurch finden, dass man die Grösse $q'p'$ als Ordinaten von einer durch den Berührungspunkt gezogenen Horizontalen, und die Grössen tq'' als Abscissen vom Bandagenquerschnitt aufträgt.

Man mache daher in Fig. 5 $ab = tq''$ und $bc = q'p'$, so wird die punktirte Linie $a'a$ die Kopfform angeben. Diese Curve wird man selbstverständlich um das Spiel zwischen Bandage und Schiene verschieben und nach unten abrunden, wie es aus Fig. 5 ersichtlich ist.

In diesem Beispiel ist angenommen worden:

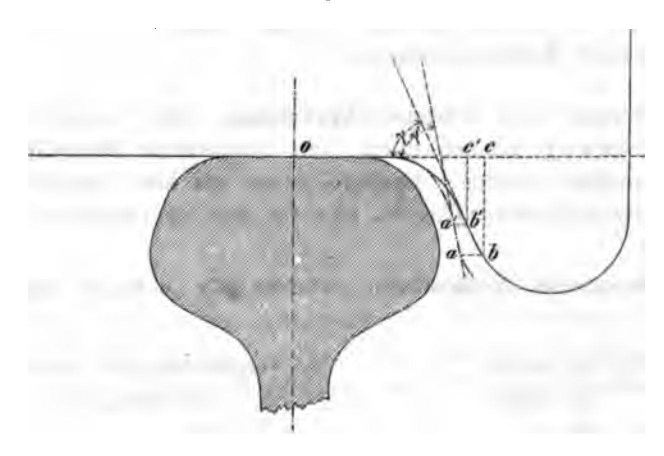
$$a = 1^m,5;$$
$$\Delta = 0^m,008,$$
$$R = 60^m,$$
$$r = 0^m,4,$$

woraus sich berechnet: $w = 11^\circ - 28' - 42''$; $\sin\alpha = \dfrac{1,659}{60}$.

Man erhält folgende Werthe:

für		ist $q'p' =$	und $tq'' =$
$w = 11^\circ - 28' - 42''$			
-	$= 12^\circ$	- $= 0,8^{mm}$	- $= 0,08^{mm}$,
-	$= 14^\circ$	- $= 4^{mm}$	- $= 0,5^{mm}$,
-	$= 16^\circ$	- $= 7,8^{mm}$	- $= 0,9^{mm}$,
-	$= 18^\circ$	- $= 12,2^{mm}$	- $= 1,3^{mm}$,
-	$= 20^\circ$	- $= 17,2^{mm}$	- $= 1,7^{mm}$.

Fig. 5.



Es bleibt (Fig. 5) noch die Tangente $\operatorname{tg}\gamma'$ in a' zu bestimmen, wenn die Tangente in b', welche wir mit $\operatorname{tg}\gamma$ bezeichnen, bekannt ist. Es ist:

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{bc - b'c'}{cc'} \quad \text{und} \quad \operatorname{tg}\gamma' = \frac{bc - b'c'}{cc' + a'b' - ab}, \text{ also}$$

$$\operatorname{tg}\gamma \,.\, cc' = \operatorname{tg}\gamma' \,(cc' + a'b' - ab),$$

wobei vorausgesetzt wird, dass die Punkte a', b' und c' unendlich nahe an den

Punkten a, b und c liegen. In diesem Falle ist aber die Grösse $c\,c'$ gleich dem Differential von $o\,c'$; $= d\,(q'\,p')$ und ebenso $(a'\,b' - a\,b)$ das Differential $a'\,b'$; $= d\,(tq'')$ (Fig. 4). Nun ist $q'p' = r\left(\frac{\cos w}{\cos w^1} - 1\right)$ und $tq'' = r\,.\,\alpha\,(\cos w\,tg\,w' - \sin w)$ und die einzige Veränderliche ist w' in unserem Falle, daher:

$$d\,(q'p') = \frac{r\,.\,\cos w}{\cos^2 w_1}\,.\,\sin w^1\,d w_1 \text{ und } d\,(tq'') = \frac{r\,tg\,\alpha}{\cos^2 w_1}\,.\,d\,w_1$$

$$\frac{\text{tg}\,\gamma}{\text{tg}\,\gamma_1} = 1 - \frac{d\,(q'p')}{d\,(tg'')} = 1 - \frac{tg\,\alpha}{\sin w_1},$$

welche Formel sich übrigens direct aus der Figur ableiten lässt.

Nach diesen Angaben lassen sich die Formen mit mathematischer Genauigkeit bestimmen.

Aehnliche Formen sind in Amerika zur Anwendung gebracht worden und sollen sich bereits bewährt haben. (Vergl. Railroad Gazettes 1875, p. 517.)

Schwebender Stoss. Die Laschen können kaum kräftig genug gemacht werden, besonders bei kleinen Schienen und beim schwebenden Stoss. Die Vortheile des schwebenden Stosses bei enger Spur sind deshalb geringer und die Ursache, dass man denselben selten verwendet. Die am Stosse liegenden Schwellen sind bei der Schweizerischen Nordostbahn 600^{mm} und bei der Oesterreichischen Staatsbahn 520^{mm} von einander entfernt; beide sind normalspurige Secundärbahnen. Bei den Norwegischen Bahnen (3′ 6″ engl. Spurweite) beträgt diese Entfernung 1′ 6″ oder ca. 45 Centimeter. Dieses Maass noch kleiner zu wählen, ist nicht gut thunlich, wegen des unbequemen Stopfen. Bei schmaler Spur werden aber die kleinen Schienen selten auf solche Entfernungen am schwebenden Stoss genügend tragfähig sein. — Auf die Tragfähigkeit der Laschen lässt sich bei den kleinen Profilen schon deshalb nicht rechnen, weil Bolzen unter 15^{mm} für diese Art Verwendung schon zu fein sind und sehr oft verdorben werden, so dass der gehörige Anzug mangelt. Man soll daher hohe und womöglich auch grosse Muttern anwenden.

Spurerweiterung und Schienenüberhöhung. Die Spurerweiterung und Schienenüberhöhung können durch rein theoretische Betrachtungen gegenwärtig noch nicht ermittelt werden. Deshalb geben wir hier, mit Hinweisung auf die in früheren Bänden enthaltene Theorie, blos für jede Spurweite ein Beispiel gut ausgeführter Bahnen.

Die Schweizerische Nordostbahn schreibt für normale Spurweite folgende Scala vor:

Radius des Bogens.	Vergrösserung der Spurweite.
300 Meter	20 Millimeter
400 -	15 -
500 -	12 -
600—800 -	9 -
900—1200 -	6 -
1300—1600 -	3 -
1700 und mehr	— -

Die Ueberhöhung der äusseren Schienen bestimmt man bei dieser Gesellschaft

für secundäre Bahnen mit normaler Spurweite nach der Formel $\frac{30}{R}$ in Metern. Die Ueberhöhung bei 300^m Radius beträgt z. B. 100^{mm}.

Für Bahnen von 1^m Spurweite können wir als ein sehr geeignetes Beispiel die Normalien der Schweizerischen Localbahnen anführen. Dieselben schreiben folgende Spurerweiterungen für 1^m Spurweite vor:

Radius in Metern:	Erweiterung in Millimetern:	Radius in Metern:	Erweiterung in Millimetern:
600	—	200	17
500	3	150	20
400	5	100	23
350	8	90	24
300	11	80	25
250	14		

Die Ueberhöhung wird bei dieser Gesellschaft nach der Formel $\frac{5{,}2}{R}$ in Metern bestimmt. Für 300^m Radius beträgt die Ueberhöhung z. B. $\frac{5{,}2}{300} = 0{,}017^{mm}$.

Für Bahnen von 0^m,75 Spurweite führen wir die Bahn von Rostoken nach Marksdorf an, wo die Spurerweiterung nach folgender Tabelle bestimmt ist:

Radius in Metern:	Spurerweiterung in Millimetern:	Ueberhöhung in Millimetern:	Radius in Metern:	Spurerweiterung in Millimetern:	Ueberhöhung in Millimetern:
600 . .	2 . .	5	150 . .	10 . .	22
500 . .	3 . .	6	125 . .	12 . .	27
400 . .	4 . .	8	100 . .	14 . .	33
350 . .	5 . .	9	90 . .	15 . .	36
300 . .	5 . .	11	80 . .	16 . .	45
250 . .	6 . .	13	70 . .	17 . .	54
200 . .	7 . .	17	60 . .	18 . .	64
175 . .	9 . .	19	50 . .	20 . .	75

Bei dieser Bahn hat man offenbar das durch die Grundzüge erlaubte Maximum für den Minimalradius angenommen, während man sonst besonders bei Industriebahnen die Erweiterung viel geringer nimmt und das Spiel zwischen Bandage und Schiene verhältnissmässig grösser anzunehmen pflegt. Die Ueberhöhung war im vorliegenden Falle nach der Formel $\frac{3{,}3}{R}$ bestimmt, so dass z. B. die äussere Schiene einer Curve von 100^m Radius um 0^m,033 höher als die innere war. Man fand es aber während des Betriebes für angemessen, die Ueberhöhung für die kleinen Radien zu vergrössern.

Beim Legen sucht man allgemein die Erweiterungsmaasse etwas kleiner und die Ueberhöhungsmaasse etwas grösser zu nehmen, um bei gesetzter Bahn die vorgeschriebenen Maasse einhalten zu können.

Es ist theoretisch richtiger die Spurerweiterung ganz nach innen zu verlegen, und man sollte dieses insbesondere bei den Weichen und bei verhältnissmässig grossen Erweiterungen berücksichtigen. Indessen zieht man es meistens vor, die Spurerweiterung entweder nach aussen und nach innen gleichmässig zu theilen, oder, wie bei der Schweizerischen Nordostbahn, die an den Bogenanfängen und Enden entstehende Differenz der Spurweite in dem äusseren Schienenstrang durch Verlängerung der Geraden und Einsetzen eines etwas kleineren Bogens auszugleichen.

Ebenso sollte in Curven nur der Schwerpunkt der Fahrzeuge oder annähernd die Gleisachse ihre Höhe behalten, und die Ueberhöhung sollte zur Hälfte (positiv) auf die äussere Schiene und zur Hälfte (negativ) auf die innere Schiene vertheilt werden, während in der Regel der innere Schienenstrang auf die verpflockte Höhe gelegt wird, und der äussere die ganze Ueberhöhung bekommt. Die Durchführung des richtigen Legens der Ueberhöhung lässt sich ohne Schwierigkeit bewerkstelligen, wenn man die Niveaulatte mit zwei Stellmaassen versieht, von denen das äussere in einem erhöhten Ausschnitte liegt.

Verticaler Curvenausgleich. Die Schweizerische Nordostbahn schreibt ausser Anderem bei den Curven noch Folgendes vor:

> »Die an den Bogenanfängen und Bogenenden entstehende Höhendifferenz ist auf 3 bis 4 Schienenlängen, und zwar zur Hälfte in die Gerade und zur Hälfte in den Bogen zu vertheilen.
>
> In Curven, welche an Stationen anschliessen, soll die Erhöhung des äusseren Schienenstranges nur die Hälfte des nach der Formel $\frac{30}{R}$ bestimmten Maasses betragen.
>
> Bei Visirbrüchen ist der Winkel, welchen die beiden Visire bilden, mit einer senkrechten Krümmung von 10000^m Radius abzurunden. Hierzu genügt die Berechnung von drei Ordinaten, welchen entsprechend drei Niveaupflöcke eingeschlagen werden.«

Die erste dieser Bestimmungen giebt keinen absoluten Anhaltspunkt, und sollte sich nach der Bestimmung der Uebergangscurve richten.

Bei den Schweizerischen Localbahnen wurden die Visirbrüche derart bestimmt, dass mit 0 anfangend von 5^m zu 5^m die Steigung um je $2^0/_{00}$ zunehmen musste, was der Gleichung $y = x^2 \,.\, 0{,}0002$ entspricht. Es ist zu diesem Zwecke ein Diagramm angefertigt worden, welches die Gefälle von 5^m zu 5^m graphisch angiebt, und aus einem Polygon besteht. Die Steigung $40^0/_{00}$ ist z. B. durch die Höhencoten $1^m{,}90$ und $2^m{,}10$ bestimmt, wobei die erstere der Abscisse 100^m und die zweite der Abscisse 105^m entspricht, während strenggenommen bei der Abscisse 100^m die Ordinate 2^m stehen sollte, also $\frac{1{,}90 + 2{,}10}{2}$. Diese Vorschrift entspricht einem Halbmesser von 2500^m Radius, bei einer Spurweite von 1^m. Bei $0^m{,}75$ Spurweite wird man einen Radius von 1000^m annehmen können.

Ausgleichung der Schienenlängen in Curven. In Curven werden in den inneren Schienensträngen die Schienen kürzer gewählt. Man kann die Ausgleichung, ohne zweierlei Normallänge anzuwenden, bei normaler Spurweite und bei schwebendem Stoss in Curven über 1200^m, bei 1^m Spurweite, in Curven über 700^m und bei $0^m{,}75$ Spurweite und festem Stoss je mit der erforderlichen Genauigkeit ausführen. Es kommt bei solchen Bahnen öfters vor, dass man die Stösse abwechselt, so dass

auf derselben Schwelle nie zwei Stösse zu liegen kommen, und man verwendet oft beliebige Schienenlängen für solche Schmalspurbahnen, bei welchen die geringen Betriebsansprüche es erlauben. Bei gewöhnlichem Oberbau mit Querschwellen und mit schwebenden Stössen wird man neben den Normallängen höchstens noch eine um die Entfernung der inneren Laschenlöcher verkürzte Länge zum Ausgleiche in den Curven gebrauchen, und man wird damit in der Regel für alle Fälle ausreichen können.

Die entsprechende Vorschrift der Schweizerischen Nordostbahn lautet folgendermaassen:

»Auf den verschiedenen Lagerplätzen findet sich eine ungefähr entsprechende Anzahl von Schienen, welche um 156^{mm} gegen die normalen verkürzt sind. Dieselben sind durch weissen Oelfarbenstrich des einen Endes sofort erkenntlich. Ihr Einlegen im inneren Schienenstrang einer Curve hat dann jedesmal zu erfolgen, wenn derselbe um die Hälfte der Verkürzung oder um 78^{mm} vor dem äusseren Strang in Vorsprung ist. Bei dieser Anordnung kann die Stossversetzung das geringe Maass von 78^{mm} nie überschreiten und die normale Schwellentheilung kann ohne Ausnahme in offener Bahn ausgeführt werden.

Man erkennt jedesmal durch Anlegen eines grossen Holzwinkels, ob eine verkürzte Schiene einzulegen ist oder nicht.«

Druck auf die Flächeneinheit. Die Grundfläche des Oberbaues mit Querschwellen zeigt eine ziemliche Uebereinstimmung in Bezug auf den Druck pro Flächeneinheit, obwohl die Bedingungen anscheinend sehr verschiedenartig sind. Reducirt man die Auflagerfläche, welche eine Schwelle bietet, in Quadratcentimetern auf 1^{m} Entfernung von Schwelle zu Schwelle und dividirt sie durch die grösste Radbelastung in Kilogrammen, so bekommt man das Verhältniss 1,1 bis 1,3. Man kann diese Zahl als die grösste Zahl der Belastung des Unterbaues pro Quadratcentimeter in Kilogrammen betrachten, wenn man die annähernd richtige Annahme macht, dass im Falle sich eine Achse in der Mitte zwischen zwei Schwellen befindet, diese fast ausschliesslich den ganzen Achsendruck übertragen müssen.

Bei Langschwellen kann man den mittleren Druck pro Quadratcentimeter zu 1,7 Kilogrammen annehmen. Darnach würde die Normalbreite von Langschwellen für secundäre Bahnen I zu ca. 30^{cm}, und für Bahnen III zu ca. 23, resp. 15^{cm} anzunehmen sein.

Weichen, Kreuzungen, Drehscheiben und Bahnausrüstungsgegenstände. Bei secundären Bahnen wird in der Regel die falsche Sparsamkeit in diesen Artikeln noch weiter getrieben, als bei den Hauptbahnen, obwohl richtiger eher noch mehr Sorgfalt darauf verwendet werden sollte.

Wo vergleichende Versuche gemacht wurden, hat man sich vielleicht überall überzeugt, dass die gleich langen, an die continuirlich fortlaufenden Fahrschienen sich scharf anlegenden Zungen, bei gutem Material und guter Ausführung, die besten Resultate geben. Noch weniger als bei den Hauptbahnen kann man die Weichen fest genug machen. Es empfiehlt sich in dieser Beziehung eine Construction nach Art der von L. Vojáček für die Nebenlinien der Schweizerischen Nordostbahn construirten Weiche, welche auf Tafel VIII, Fig. 1—8 abgebildet ist. Dieselbe ist auf 150^{m} Radius berechnet, mit Kreuzungstangente 1:8 und einer Kreuzungsgeraden von 2^{m},445 vor dem Kreuzungspunkt. Die Zungen sind 4^{m} lang und derart geformt, dass die Fahrlinie einen in den Wurzeln tangirend anschliessenden Bogen von 124^{m} Radius bildet.

Derjenige Bogen, welcher in der Wurzellinie die Achse des krummen Gleises und zugleich am mathematischen Anfangspunkte die gemeinschaftliche Gleisachse tangiren würde, und welchen wir theoretischen Fahrbogen nennen, hat 116^m,227 Radius.

Der schwebende Stoss ist consequent durchgeführt. In der ganzen Weiche ist dieselbe Schienenneigung wie im übrigen Gleise beibehalten. Zu diesem Zwecke sind die Zungen mit ihren anschliessenden Fahrschienen auf geneigten Unterlagsplatten montirt, welche unter den Zungen durchlaufen und an die Schwellen mittelst Holzschrauben befestigt sind. Als Zungenquerschnitt hatte man denjenigen der Hauptbahnen derselben Gesellschaft verwendet, um nicht ein neues Profil einführen zu müssen. Die Zungen sind um 30^{mm} über ihre Spitze verlängert, um dieselben zu schonen.

Diese Weiche besitzt in den Wurzeln 15^{mm} Spurerweiterung. Die richtige Spurerweiterung gleich in den Zungen anzubringen, halten wir für wichtig. Es ist nöthig, zu diesem Zwecke ein richtiges Bild der Spurweite zu haben. Wir verweisen diesbezüglich auf die Beschreibung und Berechnung der Weichen von L. Vojáček in den Musterconstructionen 1. Bd. 3. Lief. — Das Herzstück 1:8 ist aus Hartguss mit Ueberhöhung und Neigung construirt.

Das Gewicht des completen Zungenkastens incl. Schienen, Weichenhebel und Bock ist 1280 Kilogr., das Schaalenguss-Herzstück wiegt 320 Kilogr.

Die Schwellentheilung ist so getroffen worden, dass die Schwellen ohne Verschneiden überall einander ausweichen können.

Diese Weiche misst von der Zungenspitze bis zum Kreuzungspunkt 18^m,65.

Die eben beschriebene Anordnung findet man selten bei secundären Bahnen eingeführt. Eine etwas ähnliche Construction besitzt die Broelthalbahn.

Die meisten secundären Bahnen besitzen keine besonderen Profile für die Zungen. Man führt dann auch die Schienenneigung in der Weise nicht durch, und verwendet statt der Montirplatte blos an den einzelnen Schwellen unter den Zungen und den anschliessenden Fahrschienen angebrachte Stühle aus Gusseisen. Es ist das eine sehr alte Construction, die besonders bei den schwachen Dimensionen schmalspuriger Bahn nicht vorgezogen werden sollte.

Bei den in Fig. 10—20 auf Tafel IX dargestellten Weichen der Schweizerischen Localbahnen (1^m Spurweite) beträgt die Tangente des Kreuzungspunktes $\frac{1}{7,5}$, die vor dem Kreuzungspunkte im krummen Gleise angebrachte Kreuzungsgerade 4^m,9, der Radius dieses Bogens 90^m, und die Spurkranzrille 50^{mm}. Die Zungen sind 4^m,25 lang. Die Entfernung von der Zungenspitze bis zum Kreuzungspunkt beträgt 15^m,25.

Die Weiche besitzt (wenigstens in der Zeichnung) keine Spurerweiterung im Zungenkasten. Dieselbe wird sich beim ersten Befahren in diesem Falle auf Kosten des Materials von selbst hergestellt haben.

Als Beispiel einer Weiche für Bahnen von 0^m,75 Spurweite führen wir diejenigen der Rostoken-Marksdorferbahn an (Fig. 1—9 auf Tafel IX).

Die Weiche ist mit einem Fahrbogen von 50^m Radius angelegt. Der Kreuzungswinkel beträgt 7° 30′. Vor dem Kreuzungspunkt ist eine 2^m lange Gerade anschliessend an den krummen Strang angebracht. Die Zungen sind gerade, und sind 2^m,8 lang. Der Raum zwischen den Köpfen an der Weichenwurzel beträgt 40^{mm}.

Die Spurkranzrille bei Zwangschienen der Kreuzungen ist 29^{mm} breit angeordnet.

Der Zungenquerschnitt und die Construction des Hartguss-Herzstückes sind

aus Fig. 3—7 auf Tafel IX ersichtlich, und sind in Art der ungarischen Normalien angeordnet.

Diese Weichen kosteten im Jahre 1873 pro Stück 457. 15 öst. fl. (ohne Agio gerechnet ca. 1140 frcs., mit Agioabzug immerhin noch 900 frcs.), ohne Legen. Die oben beschriebenen Weichen für Nebenlinien der Schweizerischen Nordostbahn kosteten im Jahre 1874 pro Stück, ohne Signalvorrichtung, ohne Legen und ohne Zoll 725 frcs., obwohl Spurweite und Belastung das Doppelte der obigen beträgt. Die Zungen bestehen in beiden Fällen aus Bessemerstahl. Die letzteren Weichen wurden von der Fabrik J. Vögele in Mannheim geliefert.

Bezüglich der Weichensignale und Weichenlaternen hat man dieselben Grundsätze zu beobachten wie bei Hauptbahnen, jedoch mit der Ausnahme, dass man mit deren Anbringen viel sparsamer sein wird, und die einzelnen Bestandtheile nicht im Verhältniss der Spurweite und des Oberbaues schwächer machen darf.

Grundzüge über Weichen u. ä. Die »Grundzüge« enthalten folgende Bestimmungen bezüglich der Weichen secundärer Bahnen:

§ 35. Bahnen I: Ausweichungen, durch welche ganze Züge gehen, sollen in der Regel mit Radien von mindestens 150^m angelegt werden.

Die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges kann bei den Ausweichungen unterbleiben.

Bahnen II: Ausweichungen sollen für Abtheilung 1 in der Regel mit Minimalradien von 150^m angelegt werden.

Ausnahmen sind besonders zu motiviren und zu erwägen; doch müssen diese Radien immer so gewählt werden, dass die Wagen der Hauptbahnen ohne Behinderung dieselben passiren können.

Für Abtheilung 2 richten sich die Radien der Weichen nach der Construction der Betriebsmittel.

Die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges kann bei den Ausweichungen unterbleiben.

Bahnen III: Ausweichungen, durch welche ganze Züge gehen, sollen in der Regel mit Radien von mindestens 80^m, resp. 50^m angelegt werden. Die Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges kann bei den Ausweichungen unterbleiben.

§ 36. Bahnen I u. III: Weichen in Gleisen für durchgehende Züge, bei welchen, wenn sie auf ein falsches Gleis gestellt sind, ein Ablaufen der Räder von den Schienen vorkommen kann, sind unzulässig.

Auf nicht mit Locomotiven und Personenwagen befahrenen Gleisen ist jede Gattung von Weichenconstruction statthaft.

Der normale Abstand der Leitkante der Zwangschienen von der gegenüberliegenden Herzstückspitze soll $1^m,397$ mit einer durch Abnutzung entstehenden zulässigen Abweichung von 3^{mm} unter diesem Maass betragen.

Bahnen II: Jede Gattung von Weichen, welche den Durchgang der Betriebsmittel ohne Hinderniss gestattet, ist zulässig.

§ 37. **Markirzeichen.** Bahnen I, II u. III: Zwischen zusammenlaufenden Gleisen ist ein Markirzeichen anzubringen, welches die Grenze bedeutet, wie weit in jedem Gleise Fahrzeuge vorgeschoben werden können.

§ 38. **Drehscheiben und Schiebebühnen.** Bahnen I, II u. III: Die Anlage von Drehscheiben ist in jedem Gleise gestattet.

Es ist nicht nothwendig, den Drehscheiben die zum gleichzeitigen Wenden von Locomotive und Tender erforderliche Grösse zu geben.

In durchgehenden Hauptgleisen sind Schiebebühnen mit versenkten Gleisen unzulässig.

Drehscheiben. Als Beispiel einer einfachen hölzernen Drehscheibe für Schmalspurbahnen führen wir diejenigen der Norwegischen Bahnen (Fig. 14 u. 15, Tafel X) an. Eine zweckmässige gusseiserne Drehscheibe englischer Construction ist auf

Fig. 19 u. 20, Tafel X enthalten. Neuerer Zeit verfertigen mehrere deutsche Firmen diese Drehscheiben, unter denen wir die Duisburger Maschinen-Actien-Gesellschaft anführen. Diese Firma besass im Jahre 1874 folgenden Preiscourant:

Nummer.	Durchmesser D in Millimetern.	Grösste Spurweite S in Millimetern.	Höhe h in Millimetern.	Gewicht in Kilogrammen.	Preis pro Stück in Mark.
1	1250	750	180	500	150. —
2	1400	850	200	750	255. —
3	1700	1100	200	1000	360. —
4	2500	1600	270	3150	1140. —

Bemerkung: Die Spur (einfache oder Kreuz-Spur) wird innerhalb der möglichen Grenzen nach jedesmaliger Angabe angefertigt und muss die Spurweite bei der Bestellung angegeben werden. Die Untertheile von Drehscheibe III. und IV. erhalten einen rund umlaufenden Blechkranz, welcher bei Nr. IV. noch am oberen Rande durch Winkeleisen verstärkt wird.

Als Beispiel einer schmiedeeisernen Locomotivdrehscheibe französischer Construction führen wir die in Fig. 16—18 auf Tafel X dargestellte Drehscheibe der 1^m weiten Ergastiria-Eisenbahn an. Der Durchmesser beträgt $2^m,925$, so dass die Schienen eine Länge von $2^m,72$ bieten. Der äussere Radstand der Locomotiven beträgt $2^m,20$; der Durchmesser der Locomotivräder $0^m,90$ und der Bandagenwulst ist 38^{mm} hoch, daher der Durchmesser dieser Drehscheibe etwas klein. — Die Träger sind 276^{mm} hoch und sind gebildet aus 12^{mm} dicken und 260^{mm} hohen Verticalblechen mit einfachen 8^{mm} dicken und 152^{mm} breiten Gurten, welche mittelst vier Winkeln angenietet wurden, deren Schenkel 9^{mm} dick und 70^{mm} breit sind. Die Räder haben $0^m,25$ Durchmesser. Der Laufkranzdurchmesser beträgt $2^m,50$. Die Locomotive wiegt im Dienst 23 Tonnen.

Die Wegeübergänge und Bahnausrüstungsgegenstände betreffend, gelten die folgenden Bestimmungen der Grundzüge:

§ 23. **Schutz- und Streichschienen.** Bahnen I, II u. III: Ausser bei Schienenkreuzungen ist die Anbringung von Streichschienen (sogenannten Schutz- oder Zwangschienen) überflüssig.

Wegeübergänge. § 24. Bahnen I, II. u. III: Der Winkel, unter welchem die Uebergänge im Niveau der Bahn die Gleise durchkreuzen, soll in der Regel nicht kleiner sein als 30 Grad.

§ 25. Bahnen I u. II: Bei Wegeübergängen über gerade Gleise soll der Raum für den Spurkranz 67^{mm} breit und wenigstens 38^{mm} tief sein.

Bei Uebergängen über in Curven liegende Gleise (mit einer vergrösserten Spurweite) ist der Raum für den Spurkranz um das Maass der Spurerweiterung zu vergrössern.

Bahnen III: Der Raum für den Spurkranz soll in geraden Gleisen wenigstens 30^{mm} tief, 50^{mm}, resp. 40^{mm} breit sein und ist in Curven entsprechend zu vergrössern.

§ 26. Bahnen I, II u. III: Kreuzungen secundärer Bahnen im Niveau sind zulässig.

§ 27. **Einfriedigungen.** Bahnen I u. III: Bei Fahrgeschwindigkeiten von nicht über 15 Kilometer pro Stunde sind Einfriedigungen der Bahn entbehrlich.

Bei Fahrgeschwindigkeiten von 15 bis 30 Kilometern können die Einfriedigungen auf besonders gefährdete Stellen beschränkt werden.

Bahnen II: Einfriedigungen sind entbehrlich, Schutzbarrièren, Hecken etc. an Wegen, welche dicht neben einer mit Locomotiven befahrenen Bahn hinlaufen, sind nur erforderlich, wenn der Weg unmittelbar an einer Einschnittsböschung und höher als das Planum liegt.

§ 28. **Barrièren.** Bahnen I u. III: Absperrungen von Wegeübergängen sind bei Fahrgeschwindigkeiten von mehr als 15 Kilometer pro Stunde erforderlich und bei 15 bis 30 Kilometer Geschwindigkeit auf die frequenteren Fahrwege zu beschränken.

Drahtzugbarrièren zur Sperrung von Uebergängen sind zulässig. Dieselben müssen auch mit der Hand geschlossen und geöffnet werden können, oder es muss die betreffende Zugbarrière $7^m,500$ von der nächsten Schiene entfernt sein.

Bahnen II: Eine Absperrung und Bewachung der Wegübergänge ist nicht erforderlich.

§ 29. **Abtheilungszeichen.** Bahnen I, II u. III: Die Bahn ist in bestimmten Längenabschnitten mit Abtheilungszeichen zu versehen.

An den Gefällwechseln sind Neigungszeiger, welche die Gefällverhältnisse angeben, zu empfehlen. Bei längeren Gefällen von mehr als 1 : 300 sind sie nothwendig.

§ 5. Anlage von Bahnhöfen. — Bei der Anlage von Bahnhöfen werden die localen Verhältnisse und Bedürfnisse entscheiden, aber auch dabei muss äusserste Einfachheit als Richtschnur gelten. Es giebt bei Secundärbahnen Haltestellen, welche gar keinen Bahnhofsbau erheischen, indem mitunter ein an passender Stelle befindliches Wohnhaus schon dafür genügt.

Auch die Gleisanlagen auf Bahnhöfen der Secundärbahnen ist eine verhältnissmässig einfache, da ein wirklicher Omnibusdienst hier recht gut ausführbar ist, alle Ueberholungen wegfallen, und auch Kreuzungen nur selten vorkommen. Bei Zwischenstationen mit Kreuzung wird es daher genügen neben der Hauptbahn noch ein Gleis anzulegen, welches am Stationsgebäude vorbeiführt. Dasselbe vereinigt den Güter- und Personendienst. Ausserdem wird man noch ein blindes Gleis anlegen, welches zum Abladen und Beladen dient. Die Länge der ganzen Stationen wird sich nach der Länge der Züge richten, und wird, je nach der Spurweite, zwischen 250^m und 150^m betragen. Als Beispiel einer solchen vollständigen Zwischenstation für normalspurige Bahnen führen wir die Normalien der Westholsteinischen Bahn (Neumünster-Tönning) und der Linie Effretikon-Wetzikon der Schweizerischen Nordostbahn an (Fig. 1—4, Tafel XI). Die Stationen der letzteren hat man in 2 Classen eingetheilt, welche sich nur durch 50^m Länge des Bahnhofes von einander unterscheiden. Die Stationen haben 4 Weichen.

In vielen Fällen wird man das Blindgleis blos mit einer Weiche anlegen. Und auch in Bahnhöfen, wo keine Kreuzungen zu erwarten sind, kann man mit einer Weiche auskommen.

An den Endstationen wird man Vorrichtungen zum Kehren der Locomotiven auch zuweilen der Wagen anlegen müssen. (Vergl. Fig. 9 u. 11 auf Tafel XI.) Oefters wird das Drehen der Locomotiven und Wagen an den Endstationen durch Drehweichen bewerkstelligt, wie dies bei *D* Fig. 3, Tafel XII auf Station Marksdorf der Rostoken-Marksdorfer-Bahn, und auf Station Engelhof der Lambach-Gmundener-Bahn geschieht.

Charakteristisch durch ihre Anlage sind die Anschlussstationen der Schmalspurbahnen an Bahnen mit einer anderen Spurweite. Verschiedene Anschlussbahnhöfe mit normaler und schmaler Spurweite sind auf Tafel XII, Fig. 3, 7 u. 8 dargestellt. Bei solchen Anlagen zeigt sich der Hauptmangel der Schmalspurbahnen, nämlich die Umstände und Schwierigkeiten des Umladens. Letzteres wird entweder so geschehen, dass die Wagen beider Bahnen nebeneinander gestellt werden, oder so, dass sie übereinander stehen. Das Ueberladen mittelst Krahnen ist sowohl den Secundärbahnen, als auch den Hauptbahnen gemeinschaftlich.

Bei vielen landwirthschaftlichen Producten und ähnlichen Waaren ist das Ueberschieben von dem schmalspurigen Wagen in die Wagen der Hauptbahn und umgekehrt die bequemste und billigste Art des Ueberladens. Zu diesem Zwecke führt

man die Gleise in einer solchen Lage nebeneinander, dass die Wagenthüren gegeneinander und die Wagenböden in gleicher Höhe zu liegen kommen.

Allgemeine Anerkennung fand die von Heusinger von Waldegg vorgeschlagene Methode, die Umladung bei verschiedenen Spurweiten zu vereinfachen.

Dieselbe besteht in passender Anordnung verschiebbarer Wagenkasten, welche von ihren Untergestellen unabhängig sind, und wird weiter unten bei dem Rollmaterial beschrieben werden. Bei dieser Anordnung stossen die Gleise der 1^m breiten Spur an der Ueberladestelle rechtwinklig auf die normale Spur, und liegen um so viel höher als durch den geringeren Raddurchmesser und die leichtere Construction der schmalspurigen Untergestelle erfordert wird, um die Böden der Wagenkasten von beiden Spuren in eine Höhe zu bringen (Fig. 1—5, Tafel XLI).

Sollen Wagenkasten einer Schmalspurbahn von $0^m,75$ auf die normalspurige Bahn übergerollt werden, so stossen die Ueberladegleise der Schmalspurbahn nicht rechtwinkelig auf die normalspurigen Gleise, sondern laufen mit ihr parallel (Fig. 6, Tafel XLI).

Beim Ueberladen von Kohlen, Kalk, Erzen etc. sucht man die Manipulation dadurch zu vereinfachen, dass man die Schmalspurbahn über die Hauptbahn führt und die Waare mittelst Sturzvorrichtungen überladet. Diese Einrichtung genügt in allen den Fällen, wo solche Waaren durch die Schmalspurbahn der Hauptbahn zugeführt werden, und wo in der entgegengesetzten Richtung nur wenig dergleichen Verladungen vorkommen. In den meisten Fällen müssen, um Raum zu sparen, solche erhöhte Bahnen als Ueberbrückung gebaut werden, und man kann dann, um die Entladung schneller zu bewirken, zwei Gleise anlegen und die Trichter symmetrisch zur Achse anbringen. Manchmal wird es genügen, solche Anordnung zu treffen, dass die Entladung von einem Damme aus geschehen kann. (Vergl. Fig. 1 u. 2, Tafel XII.)

Bei Industriebahnen kommt es ausserdem oft vor, dass man die Entladung nicht in Wagen, sondern auf Schiffe oder blos auf Lagerplätze in der bekannten Weise bewirkt.

Endbahnhöfe unterscheiden sich oft nur durch grössere Sparsamkeit und kleinere Ansprüche von denen der Hauptbahnen, und es lassen sich in dieser Beziehung keine Grenzen ziehen. In den weiter unten gegebenen Beschreibungen einzelner Bahnen finden sich einige Beispiele von derartigen Bahnhöfen, sowie von Hochbauten und Stationsgebäuden secundärer Bahnen.

Im Allgemeinen wird man zweckmässig das Empfangsgebäude meist in Verbindung mit einem Güterschuppen oder Lagerraum bringen, wie dies aus den auf Tafel XIII, Fig. 1—6 gezeichneten Stationsgebäuden der Westholsteinischen Eisenbahn Neumünster-Tönning und den secundären Bahnen der Schweizerischen Nordostbahn Effretikon-Wetzikon-Hinweil und Wädensweil-Einsiedeln (Fig. 7—14 auf Taf. XIII) zu ersehen ist.

Die Stationsgebäude der Linie Effretikon-Wetzikon-Hinweil (Fig. 7—10) haben ca. 26000 Frcs., diejenigen der zweiten Linie (Fig. 11—14) ca. 20000 Frcs. gekostet, beide incl. Güterschuppen und Rampen.

Wenn besondere Güterschuppen erforderlich werden, empfiehlt es sich die einfachsten und feuerfesten Constructionen zu wählen. In dieser Beziehung können wir massive (1 Backstein starke) Umfassungswände mit flachem Holzcementdach, wie solche auf der schlesischen Gebirgsbahn zu Gottesberg und Altwasser seit mehreren Jahren aufgeführt und in Fig. 25 auf Tafel XIV im Querschnitt skizzirt sind, als besonders zweckmässig und billig empfehlen.

Das Dach erhebt sich an der Bahnseite so hoch, dass das Normalprofil des freien Raumes unbeeinträchtigt bleibt und fällt nur gegen die Vorfahrt der gewöhnlichen Fuhrwerke ab, so dass nur an dieser Seite eine Wasserableitung nöthig ist, deren Anordnung keiner Schwierigkeit unterliegt, während die Wasserableitung von den Vordächern der Bahnseite (bei gewöhnlichen Satteldächern) mit Schwierigkeiten verknüpft ist; letztere entstehen dadurch, dass die Anbringung von Abfallröhren, welche nach der Schuppenwand zurückführen und Ableitung des Wassers ohne Ueberschwemmung der Gleise ermöglichen, nicht wohl auszuführen ist, weil dieselben in das Normalprofil des freien Raumes hineinreichen würden, wenn man nicht die Höhe der Frontmauern und die Höhe des ganzen Schuppens in einer, für die Benutzung des Schuppens unnöthigen Weise vergrössern wollte. Das Holzcementdach trägt eine ca. 5 Centimeter starke Kiesschicht. Dieser Umstand, sowie die äusserst geringe Dachneigung von $^1/_{25}$ bis höchstens $^1/_{15}$ der Tiefe, begünstigen ein langsames Abfliessen des Wassers, so dass auch bei heftigen Regengüssen ein Ueberströmen der Rinnen nicht leicht vorkömmt.

Das Holzcementdach gewährt aber ausser dem erwähnten noch andere so erhebliche Vortheile vor den sonst gebräuchlichen Dächern, dass jene Vortheile desselben hier wohl einer kurzen Erwähnung verdienen. Da die eigentliche Deckung aus einem einzigen, nirgends unterbrochenen und nur an den Rändern mit der Schalung in Verbindung stehenden Ueberzuge aus Papier und dem sogenannten Holzcement besteht, welches so elastisch ist, dass ihm die durch Sturm etwa hervorgerufenen Bewegungen des Dachgerüstes ebensowenig schaden, wie das Werfen der Schalbretter, so leuchtet es ein, dass das Holzcementdach absolut wasserdicht ist, was bekanntlich weder beim Schiefer- noch beim Pappdach andauernd der Fall zu sein pflegt.

Ferner ist das Holzcementdach absolut unempfindlich gegen Flugfeuer, was für Güterschuppen von nicht unerheblichem Werth ist. Auch gehört dasselbe zu den billigeren Dächern und ist kaum theurer als ein gut ausgeführtes Pappdach, kostet ausserdem viel weniger an Unterhaltung und Reparatur. In Hirschberg in Schlesien sind Dächer vorhanden, welche bei 25jährigem Bestande noch keinerlei Reparaturkosten verursacht haben.

Dazu kommt, speciell bei Güterschuppenbauten, noch eine ganz erhebliche Ersparniss an dem Mauerwerk der Längs- und Giebelmauern, wie dies aus der oben angegebenen Zeichnung (Fig. 25, Tafel XIV), in welcher die punktirten Linien denselben Schuppen mit Pappdach darstellen, hervorgeht.[5])

Fig. 19—24 auf Tafel XIII stellt einfache Stationsgebäude vor, welche nur für den Personendienst bestimmt sind, und in verschiedenen Dimensionen auf der Lagnybahn (1^m Spurweite) zur Anwendung kommen. Wenn man pro laufenden Meter des Mauerwerkes im Grundriss rechnet, so kommt der laufende Meter auf 175—180 Frcs. zu stehen. An Haltestellen werden häufig offene Wartehallen in Verbindung mit einem abgeschlossenen Kassenraum und Aborten, wie solche in Fig. 25—30 auf Tafel XIII dargestellt sind, genügen.[6])

Die Wagenremisen (Fig. 19—23, Tafel XIV) der Nebenlinien der Schweizer Nordostbahn sind nur auf den sogenannten Wetterseiten verschalt und im Uebrigen voll-

---

[5]) Näheren Aufschluss über die Herstellung des Holzcementdaches giebt das als 35. Heft der von Carl Scholtze in Leipzig herausgegebenen »Bautechnischen Taschenbibliothek« erschienene Schriftchen des Bau-Inspectors Bädeker »Das Holzcementdach«.

[6]) Vergl. C. A. Oppermann, Traité complet des chemins de fer économiques. Paris 1873.

ständig offen. Eine solche Remise, zweigleisig, 35^m lang, für 6 Wagen von 11^m Länge kostete 11000 Frcs., somit pro 1 Wagenstand 1830 Frcs.

Die Locomotivremisen werden zweckmässig mit einer kleinen Reparaturwerkstätte und einer Wasserstation vereinigt.

Eine Locomotivremise der Schweizer Nordostbahnlinie Effretikon-Wetzikon-Hinweil, sowie der Wädensweil-Einsiedelnbahn für je 2 Maschinen sammt Putzgruben, Kaminen, Zimmer für das Fahrpersonal und Reservoirraum, hatte 26000 Frcs. gekostet. (Fig. 1—6 auf Tafel XIV.)

Eine höchst einfache Locomotivremise für 2 Maschinen in Fachwerk mit Bretterverschalung, in Verbindung mit Wasserstation und kleiner Werkstätte, der schmalspurigen Montanbahn Rostoken-Marksdorf zeigen Fig. 7—10 auf Tafel XIV, sowie Fig. 7—10 eine Wasserstation derselben Bahn in Verbindung mit einer Wärterstation, auf Tafel X. Die Wasserreservoire dieser Stationen bestehen aus hölzernen Bütten. Die Kosten obiger Locomotivremise in Marksdorf, enthaltend 1 Gleis für 2 Stände,

(Riegelwände, innen verputzt, aussen verschalt) haben betragen . . .	2940	Mark.
Der Wasserthurm kostete	840	-
Wasser-Zu- und Ableitung	500	-
Werkstätten	720	-
Jene Wasserstation in Verbindung mit einem Wärterhaus aus Blockwänden einschliesslich des laufenden Brunnen hat gekostet	2300	-
Die Wasserleitung längs der Strecke	500	-
4 Wasserstationen zusammen	1420	-

Auf Tafel X sind in Fig. 1—4 die einfachen Wasserstationen zu Lenze der Bahn von Hainault und Flandern dargestellt; ein cylindrisches Blechreservoir ist auf einer über dem Brunnen errichteten Fachwerksbude aufgestellt, dieselbe enthält zugleich die Handpumpe. Das Reservoir ist mit einem leichten Bretterdach, und ringsum mit einer ca. 50—60^{cm} abstehenden Bretterwand versehen, um diesen Raum im Winter, zur Verhinderung des Einfrierens, mit Stroh ausstopfen zu können. Zu demselben Zweck kann man viel zweckmässiger das Ofenrohr aus der darunter befindlichen Wärterbude durch das Reservoir hindurchführen. Aehnlich sind auch die Wasserstationen der ungarischen Secundärbahnen Valkany-Berjamos und Vojtek-Bogsan, jedoch auf massivem Unterbau ausgeführt. (Vergl. Fig. 11 und 12 auf Tafel X.)

Ein von C. A. Opermann in Paris construirtes Blechreservoir auf hölzernem Gestell, zeigt Fig. 5 u. 6 auf Tafel X, dasselbe kostet:

Holzunterbau	1700	Frcs.
Pumpe mit Betriebsvorrichtung	1800	-
Brunnen mit Wasserleitung	350	-
Zusammen	3850	Frcs.[1]

Eine besonders einfache Wasserstation amerikanischer Bahnen zeigt Fig. 13 auf Tafel X. Auf einem gut fundamentirten Gerüste aus hölzernen Säulen *a*, Balken *b* und Streben *c* ruht die 5—8^m im Durchmesser haltende cylindrische Cisterne *d*, welche ähnlich wie ein Fass aus starken Holzdauben zusammengefügt und durch kräftige eiserne Zugbänder zusammengehalten wird, und nach oben durch ein hölzernes mit Pappe abgedecktes Dach abgeschlossen ist.

Die Cisternen werden, wenn irgend möglich, mit Wasser aus einem Flusse durch natürliches Gefälle oder durch Pumpen mittelst Windmühlen, Dampf-, Wasser- oder Pferdekraft gespeist.

[1] S. Oppermann, C. A., Traité complet des chemins de fer économiques Paris 1873.

Zum Füllen der Tender wird mittelst der Schnur *e*, und der Hebel *f* und *g*, das Ventil *i* gehoben und durch das Knierohr *p* das Wasser dem ausserhalb der Cisterne in Scharnieren hängenden Blechrohr *k* zugeführt, von wo es in den Wasserkasten des Tenders *C* abläuft.

Das Blechrohr *k* hängt gewöhnlich an dem äussern Ende an einem Seile *m*, welches über eine Rolle *n* läuft und durch ein Gegengewicht ausbalancirt ist, so dass es sich nach gemachtem Gebrauch in die Höhe stellt und der Wagenzug frei passiren kann.[8])

Bestimmungen der Grundzüge, Bahnhofsanlagen betreffend. Die Bestimmungen der »Grundzüge«, Bahnhofsanlagen betreffend, lauten wie folgt:

§ 30. **Normalprofil.** Bahnen I u. II: Auf denjenigen Gleisen der Bahnhöfe, auf welchen Züge bewegt werden, ist das in Fig. 1 auf Tafel I rechts gezeichnete Profil mindestens inne zu halten.

Erhebungen der Zwangschienen, der Drehscheibenverschlussvorrichtungen und ähnlicher, jedoch die Bewegung der Locomotiven und Wagen nicht hindernder, Gegenstände sind nach Maassgabe des Normalprofils bis zur Höhe von 50^{mm} über Schienenoberkante zulässig.

§ 31. **Tracirung der Bahnhöfe.** Bahnen I u. II: Die Bahnhöfe sollen möglichst in einer horizontalen Strecke liegen.

Grössere Steigungen als 1:400 sollen, mit Ausnahme der Ausziehgleise, auf Bahnhöfen nicht vorkommen, jedoch können da wo sehr lange Züge mit einander kreuzen, die Endweichen auch in grössere Steigungen gelegt werden.

Bahnen III: Die ständigen Halteplätze sind, wenn thunlich, horizontal oder mit möglichst geringer Steigung, in der Regel nicht über 1:300 anzulegen.

§ 32. **Anschlussbahnhöfe.** Bahnen I: Auf Anschlussbahnhöfen sind Einrichtungen für einen directen Uebergang und für bequeme Umladung der Wagen zu treffen.

Bahnen II: Wo ein Anschluss an eine Hauptbahn stattfindet, muss er nach dem System der Hauptbahn bewirkt werden.

Bahnen III: Auf Anschlussbahnhöfen sind Einrichtungen für den directen Uebergang von Personen und für bequeme Ueberladung der Güter zu treffen.

§ 33. **Entfernung der Gleise.** Bahnen I: Auf Bahnhöfen wird als geringste Entfernung der Gleise von Mitte zu Mitte $4^{m},300$ als wünschenswerth, 4^{m} noch als zulässig anerkannt.

Bahnen II: Als geringste Entfernung der Gleise auf Bahnhöfen sind für Abtheilung 1 4^{m} zulässig.

Für Abtheilung 2 bedingt sich die Entfernung nach der festgesetzten grössten Wagenbreite, so dass der freie Raum zwischen den am weitesten vorstehenden freien Theilen der Wagen 600^{mm} beträgt.

Bahnen III: Die Entfernung der Gleise auf den Stationen soll von Mitte zu Mitte in minimo die grösste Wagenbreite plus 600^{mm} betragen.

§ 34. Bahnen I, II u. III: Es ist zulässig, Nebengleise auf Bahnhöfen mit leichterem Oberbau als die Hauptgleise zu versehen.

(§ 35—38. Weichen, Markirzeichen, Drehscheiben und Schiebebühnen haben wir oben bei der Abtheilung Oberbau wiedergegeben.)

§ 39. **Perrons.** Bahnen I: Für die Anordnung der Perrons auf Personenstationen wird die Befolgung der für die Hauptbahnen bezüglich der Dimensionen gegebenen Vorschriften empfohlen, jedoch ist in Bezug auf die Construction derselben jede Art der Vereinfachung zulässig, und es empfehlen sich die blos in Form von langen Erhöhungen geschütteten.

Bahnen II u. III: Die Aufnahme und das Absteigen von Personen ist überall gestattet, wo der Zug hält.

§ 40. **Hochbauten.** Bahnen I, II u. III: Es ist gerechtfertigt die Hochbauten mit möglichster Sparsamkeit und Einfachheit herzustellen.

---

[8]) Catechism of the locomotion by M. N. Torney. New-York 1875, p. 451.

§ 41. **Vieh- und Wagenrampen.** Bahnen I: Feste Vieh- und Wagenrampen müssen 1m,120 hoch über Schienenoberkante angelegt werden.

Transportable Rampen werden empfohlen.

Bahnen II: Die Dispositionen sind so zu treffen, dass das Be- und Entladen, sowie das Umladen bequem, billig und mit möglichster Zeitersparniss bewirkt werden kann.

Bahnen III: Die Höhe der festen Vieh- und Wagenrampen ist der Höhe der Wagenfussböden anzupassen. Die Bahnhöfe sind dergestalt nach Niveau und Plan anzuordnen, dass alle Vortheile, welche für das Umladen der Beförderungsgegenstände aus dem Ausstürzen, Ueberrollen, Umkrahnen etc. erwachsen, erreicht werden können.

§ 42. **Lademaass.** Bahnen I: Das Lademaass hat dem für die Hauptbahnen festgesetzten zu entsprechen. (Siehe Fig. 1 auf Tafel I *A*, *B* und *C*.)

Bahnen II: Bei Abtheilung 1 wie vorstehend ad I.

Bahnen III: Das Lademaass hat dem im Normalprofil des lichten Raumes (Fig. 2 und 3 auf Tafel I) eingezeichnetem Ladeprofile zu entsprechen.

§ 6. Locomotiven. — Bei den zu secundären Bahnen verwendeten Locomotiven wird es darauf ankommen, möglichst geringe Achsenbelastung und todtes Gewicht, bei möglichst einfacher Construction zu erzielen. Geschwindigkeit und lange Fahrten haben lange nicht die Bedeutung, welche sie bei Hauptbahnen beanspruchen müssen.

Weil aber secundäre Bahnen sehr häufig im coupirten Terrain gebaut werden, kommen in der Regel noch als Hauptbedingungen vor: Leichtes Befahren starker Curven und starker Steigungen.

In Bezug auf die erstgenannte Anforderung ist es daher natürlich, dass man fast ausschliesslich Tenderlocomotiven bei secundären Bahnen gebraucht und, wo es nöthig ist, die Last auf viele Achsen vertheilt. Die Vermehrung der Achsen bringt aber bedeutende Nachtheile mit sich, welche besonders beim Befahren starker Curven der Praxis grosse Schwierigkeiten bereiten.

Es würde theils den Umfang dieser Abhandlung über das Maass erweitern, theils aber zu unnöthigen Wiederholungen des in früheren Abhandlungen des vorliegenden Werkes Gesagten führen, wenn wir die Grundsätze des Locomotivbaues in Bezug auf secundäre Bahnen systematisch entwickeln wollten. Wir halten es für genügend, die einzelnen Typen, in der Art, wie sie von den Locomotivfabriken gebaut werden, zu gruppiren, und denselben, als allgemeine Richtschnur, bei neuen Entwürfen und Bestellungen die Bestimmungen der »Grundzüge« vorangehen zu lassen. Die Anwendungen dieser Constructionen werden dann aus der Beschreibung der einzelnen Bahnen ersichtlich.

Die »Grundzüge« enthalten bezüglich der Locomotiven secundärer Bahnen folgende Bestimmungen:

§ 43. **Construction.** Bahnen I, II u. III: Tenderlocomotiven, zum Vor- und Rückwärtsfahren geeignet, werden empfohlen.

Bahnen II: Locomotiven mit Vorgelegen oder Kraftübersetzungen in jeder beliebigen Construction sind zulässig.

§ 44. **Breiten- und Höhenmaasse.** Bahnen I: Die Breite der Locomotiven soll in den mittleren Theilen von 0m,500 bis 3m,500 über Schienenoberkante gerechnet, an keiner Stelle mehr als 3m,150 betragen; im Uebrigen müssen sämmtliche Abmessungen der tiefer liegenden Theile einen seitlichen Spielraum von mindestens 50mm, und alle höher liegenden Theile einen solchen von 150mm gegen das Normalprofil des lichten Raumes gewähren. In verticaler Richtung dürfen die tiefsten Punkte nicht weniger als 100mm und die höchsten Punkte der Schornsteine nicht mehr als 4m,570 über Schienenoberkante vorstehen.

Bei Locomotiven, welche ausschliesslich für den Betrieb einer bestimmten Bahnstrecke dienen, kann von der vorstehenden Vorschrift abgewichen werden.

Bahnen II u. III: Die äussersten Abmessungen der Locomotiven richten sich in Breite und Höhe nach dem Lademaass. Im Uebrigen müssen sämmtliche Abmessungen gegen das Normalprofil einen Spielraum von mindestens 50^{mm} gewähren. Der Aschenkasten muss mindestens 100^{mm} über den Schienen bleiben.

§ 45. **Gewichtsvertheilung.** Bahnen I: Die Last pro Achse ist nach der Tragfähigkeit der Schienen zu normiren und darf in der Regel das Maximum von 10000 Kilogr. (incl. Achse und Räder) nicht überschreiten.

Bahnen II: Die Last pro Achse ist nach der Tragfähigkeit der Schienen zu normiren.

Bahnen III: Die Last pro Achse soll in der Regel bei 1^{m} Spurweite 7600 Kilogramm, bei $0^{m},750$ Spurweite 5000 Kilogramm nicht überschreiten.

§ 46. **Kessel.** Bahnen I, II u. III: Der Kessel soll einen kreisförmigen Querschnitt haben und die Walzrichtung der Bleche rechtwinklig gegen die Kesselachse stehen; die parallel zur Kesselachse laufenden Näthe sollen eine doppelte Nietung erhalten und nicht im tiefsten Punkte des Kessels liegen. Die oberen Platten müssen die unteren im Innern überragen.

Es ist Sorge zu tragen, dass die Ausdehnung des Kessels durch die Wärme möglichst frei in Wirkung treten kann.

§ 47. **Sicherheitsventile.** Bahnen I, II u. III: Jede Locomotive muss wenigstens mit zwei Sicherheitsventilen versehen sein, von welchen das eine so angeordnet ist, dass die Belastung desselben nicht über das bestimmte Maass gesteigert werden kann. Die Belastung der Sicherheitsventile muss so eingerichtet sein, dass denselben eine verticale Bewegung von 3^{mm} möglich ist.

§ 48. **Manometer.** Bahnen I, II u. III: Um die Veränderung der Dampfspannung im Kessel beobachten zu können, soll ein möglichst vollkommener Manometer an jeder Locomotive angebracht sein.

Auf dem Zifferblatt des Manometers muss die grösste zulässige Dampfspannung durch eine in die Augen fallende Marke bezeichnet sein.

§ 49. **Wasserstandszeiger.** Bahnen I, II u. III: Der Kessel soll einen Wasserstandszeiger mit Glasröhre und ausserdem mindestens zwei Probirhähne haben, von welchen der unterste 100^{mm} über dem höchsten Theile des Feuerkastens steht.

Der Wasserstandszeiger soll mit einer in die Augen fallenden Marke des zulässig niedrigsten Wasserstandes versehen sein.

§ 50. **Speiseapparate.** Bahnen I, II u. III: Am Kessel sind wenigstens zwei von einander unabhängige Speiseapparate anzubringen, von denen mindestens einer unabhängig von den Bewegungen der Locomotive functionirt und von welchen jeder einzelne zum Speisen des Kessels ausreicht.

§ 51. **Dampfpfeife.** Bahnen I: Jede Locomotive soll mit einer Dampfpfeife versehen sein.

Bahnen II: Jede Locomotive soll mit einer Dampfpfeife, sowie mit einer Signalglocke versehen sein.

Bahnen III: Jede Locomotive soll mit einer Dampfpfeife, sowie, wenn eine durchgehende Bahnbewachung nicht stattfindet, mit einer Signalglocke versehen sein.

§ 52. **Aschenkasten.** Bahnen I, II u. III: Unter dem Feuerkasten muss sich ein dichtschliessender Aschenkasten befinden, dessen Vorderseite und, wo es erforderlich ist, auch Hinterseite mit einer beweglichen Klappe versehen ist, welche vom Führerstande aus geöffnet und geschlossen werden kann. Es sind Schutzmittel vorzusehen, welche bei geöffneter Klappe das Herausfallen von Kohle aus dem Aschenkasten möglichst verhüten.

§ 53. **Funkenfänger.** Bahnen I, II u. III: Wenn die Beschaffenheit des Brennmaterials es erfordert, sind die Locomotiven mit zweckmässigen Funkenfängern zu versehen.

§ 54. **Bahnräumer.** Bahnen I, II u. III: An jeder Locomotive sollen vor den Vorderrädern (bei Tenderlocomotiven auch an den Hinterrädern) kräftige Bahnräumer angebracht sein, welche genau über den Schienen stehen und von denselben 50—70^{mm} entfernt sind.

§ 55. **Laternenstützen.** Bahnen I, II u. III: An der Stirnseite jeder Locomotive (bei Tenderlocomotiven auch an der Rückseite) müssen Stützen zur Anbringung der in § 111 vorgeschriebenen Signallaternen vorhanden sein.

§ 56. **Bedeckte Führerstände.** Bahnen I, II u. III: Die Anbringung von Schutzdächern über den Führerständen wird empfohlen.

§ 57. **Kuppelung.** Bahnen I: Die Locomotiven und Tender sind mit elastischen Buffern zu versehen. Zughaken und Buffer müssen in Uebereinstimmung mit dem für die Wagen vorgeschriebenen Systeme sein.

Bei Verbindung von Locomotive und Tender ist ausser einer starken Kuppelstange noch eine Reservekuppelung erforderlich, welche erst in Anspruch genommen wird, wenn sich die Hauptverbindung lösen sollte.

Bahnen II: Für Abtheilung 1 wie vorstehend ad I. Für Abtheilung 2 sind feste Buffer zulässig, sonst wie vorstehend ad I.

Bahnen III: Die Locomotiven und Tender sollen mit elastischen Buffern und mit Zugapparaten in Uebereinstimmung mit dem für die Wagen angenommenen Systeme versehen sein.

§ 58. **Tender.** Bahnen I: Alle Abmessungen der Tender haben sich in den im § 44 für Locomotiven vorgeschriebenen Grenzen zu halten.

Bahnen II: Für Abtheilung 1 wie vorstehend ad I. Für Abtheilung 2 nach Maassgabe der für die Bahn getroffenen speciellen Bestimmungen.

Bahnen III: Die Breite der Tender darf mit Einschluss der Tritte und vorspringenden Theile das Lademaass nicht überschreiten. Alle anderen Abmessungen halten sich in den im § 44 für Locomotiven vorgeschriebenen Grenzen.

§ 59. Bahnen I, II u. III: Die Wasserbehälter sollen mit den Untergestellen so verbunden sein, dass eine Trennung beider durch heftigen Stoss nicht erfolgen kann.

§ 60. **Bremsen.** Bahnen I, II u. III: Tender und Tenderlocomotiven müssen mit kräftigen Bremsen versehen sein.

§ 61. **Laternenstützen.** Bahnen I, II u. III: An der Hinterwand des Tenders sollen sich Laternenstützen befinden.

Beschreibung ausgeführter Locomotiven für secundäre Bahnen.

A. Locomotiven aus Deutschen, Oesterreichischen und Schweizer Fabriken.

Die ältesten für secundäre Bahnen in Deutschland und Oesterreich gebauten Locomotiven sind die bei Maffei, Henschel etc. für die Nürnberg-Fürther und die von W. Günther in Wiener-Neustadt für die Lambach-Gemundener Bahn gebauten Locomotiven, und zwar letztere 10 Stück für Personenzüge (siehe Fig. 1 u. 2 auf Tafel XX) und 4 Stück für Güterzüge (siehe Fig. 15 auf Tafel XXI). Diese Locomotiven befinden sich jetzt über zwanzig Jahre im regelmässigen Betriebe und haben sich vorzüglich bewährt.

Die Hauptdimensionen sind folgende:

	Für Personenzüge.	Für Güterzüge.
Durchmesser der Cylinder	240mm (9½″)	316mm (12″)
Kolbenhub	420mm (16″)	420mm (16″)
Durchmesser des cylindrischen Kessels	706mm (27″)	890mm (34″)
Länge des cylindrischen Kessels	3m,16 (10′)	3m,634 (11½′)
Jeder Kessel hat Feuerröhren von 53mm (2″) Durchm.	51 Stück	78 Stück
Heizfläche im Feuerkasten	33 Quadratfuss	36 Quadratfuss
Desgleichen in den Feuerröhren	267 desgleichen	478 desgleichen
Gesammtheizfläche	300 desgleichen	514 desgleichen
Rostfläche	5,61 desgleichen	5,61 desgleichen
Steuerung nach Stephenson	aussenliegend	
Zahl der gekuppelten Triebräder	4	6
Durchmesser	948mm (3′)	790mm (2′ 6″)
Zahl der Laufräder	4	4
Durchmesser	578mm (1′ 10″)	578mm (1′ 10″)
Druck auf jedes Rad im Mittel	33,6 Zollcentner	39,2 Zollcentner

	Für Personenzüge.	Für Güterzüge.
Aeusserer Radstand	$3^m,95$ (12′ 6″)	$5^m,082$ (16′ 1″)
Maschinenrahmen	innenliegend	
Wasserraum der Tenderkasten	70 Cubikfuss	120 Cubikfuss
Brennstoffraum	60 desgl.	100 desgl.
Leistungsfähigkeit mit 2 Meilen Geschwindigkeit	1,900 Bruttocentner	3,250 Bruttocentner
Holzverbrauch pro Meile, bei voller Belastung und 3 Meilen Geschwindigkeit (weiches 30zöll. Holz)	0,16 Klafter	0,26 Klafter
Auf 1 Cubikfuss weichen Holzes entfallen	132 Meilencentner	139 Meilencentner
Preis einer completen Locomotive mit Reservebestandtheilen	12600 fl. österr. Währ.	18900 fl. österr. Währ.

Ueber die durchschnittlichen Leistungen dieser Locomotiven entnehmen wir dem Geschäftsbericht der Kaiserin-Elisabethbahn pro 1866 folgende Angaben:

Jede Locomotive hat an geheizten Fahrtmeilen (excl. reducirte Reserve- und Verschiebstunden) zurückgelegt . . . . 723,08 Meilen.
Zurückgelegte Fahrtmeilen in ungeheiztem Zustande pro Locomotive . 3,45 -
Reservedienst pro Locomotive . . . . 481 Stunden.
Verschiebdienst . . . . 202 -
Durchschnittlich war jede Locomotive im Dienste . . . . . . 130 Tage.
Durchschnittlich war jede Locomotive kalt (1,794 Tage zusammen) . 128 -
Durchschnittlich war jede Locomotive in Reparatur (zusammen 1,506 Tage) . . . . 107 -

Die Locomotivfabrik Carlsruhe baut seit vielen Jahren zwei- und dreiachsige Locomotiven für secundäre Bahnen. Eine der neuesten Locomotiven dieser Fabrik, für die ungarische Bergwerksverwaltung in Petroszeny mit $0^m,78$ Spurweite gebaut, war auf der Wiener Weltausstellung (1873) vorgeführt und ist in Fig. 11—13 auf Tafel XXIII dargestellt. Die äussere Feuerbüchse ist oben mit einem cylindrischen Theile von $0^m,512$ Halbmesser abgeschlossen. Die Blechdicke beträgt 12^{mm}, der Wasserraum ist 50^{mm} weit. Die Supporte der Feuerbüchse sind von Gusseisen mit eingelegten Kupferbacken, welche die Gleitfläche bilden. Der Feuerraum ist oben $0^m,824$ und unten $0^m,924$ lang. Die Feuerbüchse besteht aus 12^{mm} starkem Kupferblech, die Feuerbüchsenrohrwand ist 24^{mm} dick. Die Feuerbüchsendecke liegt 150^{mm} über der Kesselachse und die lichte Höhe des Feuerraums über dem Rost beträgt $0^m,950$. Der Kessel wird durch zwei über dem Führerstand angebrachte Injecteure gespeist.

Die Rauchkammer ist $0^m,560$ lang und kann auch unten gereinigt werden. Der Kamin ist aus Gusseisen.

Der Regulator befindet sich in einem $0^m,500$ hohen und $0^m,500$ weiten Dampfdom, dessen Wände 10^{mm} dick sind. Der Dampf wird durch ein mit Löchern versehenes Rohr über der Feuerbüchsendecke genommen und in den oberen Domraum geführt.

Die Cylinder sind durch einen gusseisernen Kasten mit einander versteift.

Die Rahmen bestehen aus Blechen von 21^{mm} Dicke und sind $0^m,678$ von einander entfernt. Die Bufferbohlen bestehen aus ⊏-Eisen. Die Räder sind aus Gusseisen. Der Achsendurchmesser beträgt 105^{mm}; die Achsenschenkel sind 126^{mm} lang; die Nabe 115^{mm}. Die Triebstange ist 30^{mm} und die Kuppelstange 20^{mm} dick. Die Kurbelzapfen sind sphärisch und es hat der Triebzapfen 60^{mm} Durchmesser und 60^{mm} Länge, der Kuppelzapfen an der Triebachse 90^{mm} Durchmesser und 50^{mm} Länge, schliesslich derjenige an der Vorderachse 60^{mm} Durchmesser und 50^{mm} Länge.

Die Bandagen sind 110^{mm} breit und 724^{mm} von einander entfernt. Die Schmierbüchsen und die Gleitbacken sind aus Gusseisen.

Die Aufhängung findet in drei Punkten statt, indem vorn zwei Seitenfedern und über der Hinterachse eine Querfeder sich befindet.

Die Hinterachse liegt vor der Feuerbüchse. Die Entfernung beträgt 175^{mm}.

Die Wasserbehälter sind an jeder Seite des Kessels angebracht, und es hat jeder eine Breite von 280^{mm} und ist 560^{mm} hoch. Die Blechdicke beträgt 4^{mm}.

Die äussere Breite der Locomotive beträgt $1^m,52$, an den Behältern gemessen.

Die Hauptdimensionen dieser kleinen Locomotiven sind:

Bewegungs-mechanismus	Durchmesser des Cylinders	= 225^{mm}
	Kolbenhub	= 330^{mm}
	Entfernung der Cylindermitten . . .	= $1^m,176$
	Länge der Triebstange	= $1^m,600$
	Länge der Excenterstangen	= $0^m,900$
	Durchmesser der Räder	= $0^m,680$
	Radstand	= $1^m,440$
	Länge des Rostes	= $0^m,926$
	Breite des Rostes	= $0^m,494$
	Rostfläche	= $0\square^m,450$
Kessel	Länge der äusseren Feuerbüchse . .	= $1^m,049$
	Min. Breite der äusseren Feuerbüchse	= $0^m,642$
	Länge des cylindrischen Kessels . .	= $2^m,200$
	Mittlerer Kesseldurchmesser . . .	= $0^m,800$
	Blechdicke	= 12^{mm}
	Höhe der Achse über den Schienen .	= $1^m,14$
	Grösste effective Dampfspannung . .	= 10 Atm.
	Länge der Dampfröhren	= $2^m,300$
	Anzahl derselben	= 77
	Aeusserer Durchm. der Dampfröhren	= 42^{mm}
	Durchmesser des Kamins, unten . .	= 225^{mm}
	Desgleichen, oben	= 350^{mm}
	Höhe des Kamins über der Schienenoberkante	= $2^m,992$
	Länge der Locomotive ohne Buffer .	= $4^m,920$
	Heizfläche in der Feuerbüchse . .	= $2\square^m,30$
	Desgl. an den Röhren (aussen) . .	= $23\square^m,40$
	Totale Heizfläche	= $25\square^m,70$
	Gewicht der Locomotive, leer . . .	= 9,050 Tonnen
	Desgl. im Dienste	= 11,3 Tonnen
	Theoretische Maximalzugkraft . . .	= 2460 Kilogr.

Die Locomotivfabrik in Darmstadt baut als Specialität leichte Locomotiven nach folgendem Verzeichniss:

Nummer der Construction.		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Aeussere Heizfläche	Quadratmeter	6,8	12	17	30	37	57
Grösste Leistung in Pferdekraft		6	16	30	70	100	200
Kolbendurchmesser	Millimeter . .	146	180	210	270	300	350
Kolbenhub	- . .	210	300	350	430	500	500
Raddurchmesser	- . .	450	580	656	800	1000	1100

Nummer der Construction.		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Leergewicht	Kilogramm	2700	4800	7300	11800	14500	18000
Kleinstes Dienstgewicht	-	3060	5298	7922	13155	16385	20250
Wasser im Tender	Liter	300	540	900	1400	2390	3900
Kohlen desgl.	Kilogramm	85	180	300	350	600	750
Grösstes Dienstgewicht	-	3445	6018	9122	14905	19375	24900
Spurweite	Millimeter	500	700	900	900	1435	1435
Achsenzahl		2	2	2	2	2	3
Radstand	Millimeter	900	1200	1400	1800	2000	2680
Grösste Breite	-	1050	1430	1680	1760	2560	2650
Grösste Höhe	-	2500	2600	2940	3300	3460	3750

Es sind das vierrädrige Tenderlocomotiven, deren Wasserkasten sich zwischen den Rahmen befindet, und von denen Fig. 11 und 12 auf Tafel XXI eine solche für $0^m,94$ Spurweite vorstellen.

Die Hinterachse ist unter der Feuerbüchse angebracht. Das Wasser wird durch eine Oeffnung vor der Rauchkammer in den Wasserkasten eingegossen. Der Kohlenvorrath wird in Kästen, welche längs der Feuerbüchse liegen, aufbewahrt.

Die Locomotiven arbeiten mit einer gewöhnlichen Stephenson-Coulisse mit Aufhängung von unten. Die Steuerung liegt aussen. Die Excenter und Excenterringe sind aus Gusseisen.

Die Räder sind in Stahlguss hergestellt und mit 4 Löchern versehen, um die Lage des Zapfen bei ungleicher Abnutzung ändern zu können.

Der Kessel wird mittelst zwei, zwischen den Rädern und unter dem Wasserkasten angebrachten Schau'schen Injectoren gespeist.

Die grösste Breite der Locomotiven beträgt $1^m,68$.

Die Hauptdimensionen dieser Maschinen sind wie folgt:

Bewegungsmechanismus	Durchmesser des Cylinders	= 225^{mm}
	Kolbenhub	= 350^{mm}
	Länge der Triebstange	= $1^m,400$
	Länge der Excenterstangen	= $0^m,800$
	Durchmesser der Räder	= $0^m,656$
	Radstand	= $1^m,400$
	Länge des Rostes	= $0^m,670$
	Breite des Rostes	= $0^m,450$
	Rostfläche	= $0\square^m,300$
Kessel	Länge der äusseren Feuerbüchse	= $0^m,867$
	Länge des Kesselkörpers	= $1^m,744$
	Mittlerer Kesseldurchmesser	= $0^m,804$
	Blechdicke	= 8^{mm}
	Höhe der Achse über den Schienen	= $1^m,220$
	Grösste effective Dampfspannung	= 8 Atm.
	Länge der Dampfröhren	= $1^m,800$
	Anzahl derselben	= 64
	Aeusserer Durchmesser derselben	= 41^{mm}
	Höhe des Kamins über der Schienenoberkante	= $2^m,594$
	Länge der Locomotive, ohne Buffer	= $4^m,150$
	Heizfläche in der Feuerbüchse	= $2\square^m,10$

Heizfläche an den Röhren (aussen) . = 14□m,90
Totale Heizfläche . . . . = 17□m,00
Gewicht der Locomotive, leer . . . = 7,2 Tonnen
Desgleichen im Dienste . . . . . . = 9 Tonnen
Theoretische Maximalzugkraft . . . = 2160 Kilogr.

Eine grössere Tenderlocomotive für normalspurige Bahnen der Darmstädter Maschinenbau-Actiengesellschaft stellt Fig. 3—5 auf Tafel XX dar. Die Rahmen dieser Maschinen sind im Wesentlichen nach dem System Krauss gebaut, indem sie zugleich die Wände der Wasserkasten bilden.

Die Längsrahmen bestehen aus Blechtafeln von 15mm Stärke und 850mm Höhe, welche in einem lichten Abstande von 1m,100 zwischen den Rädern stehen; sie sind zwischen und vor den Achsen durch verticale und horizontale Blechwände von 5mm Stärke und verbindende Winkeleisen zu einem einzigen grossen Kasten verbunden, welcher für die Vorderachse von unten ausgespart ist. Diese Aussparung ist 510mm lang und 470mm hoch; die durch sie gebildeten Abschnitte des Kastens sind unter der Achse liegend an ihrer Bodenfläche durch zwei Knierohre und ein in diese eingesetztes, leicht zu lösendes Gasrohr mit einander in Verbindung gebracht. Die beiden Fülltrichter stehen auf dem vorderen Theile, und zwar neben dem Rahmen zwischen der Bufferschwelle und dem Kesselkopfe. Der Wasserkasten ist 2m,800 lang, 800mm hoch und steht 280mm von der Hinterachse entfernt. Am Boden jeden Kastenabschnittes ist ein Mannloch angebracht.

Die beiden Bufferschwellen sind aus einer äussern 250mm hohen, 13mm starken Blechwand gebildet, welche sich mit zwei liegenden ⊏-Eisen von 100mm Höhe an eine innere verticale Platte von 420mm Höhe und 13mm Stärke kastenförmig anschliessen. Die letztere Querplatte sitzt mit starken Verticalwinkeln an den Längsrahmen. Hinter der Feuerbüchse verjüngen sich die Längsrahmen auf 420mm Höhe für den Stehplatz des Maschinenpersonals.

Die gussstählernen Achsen haben im Schafte und Lagersitze 130mm Stärke und 160mm Sitzlänge. Die schmiedeeisernen Achsenlager sind mit Rothgusseinlagen versehen und gleiten in schmiedeeisernen Backen, deren Weite mittelst Schraubenstellkeilen regulirbar ist.

Die Tragfedern, bestehend aus je 9 Stahlblättern von 80×13mm Stärke, sind über den Längsrahmen mit Federstützen direct über den Achsenlagern angebracht.

Der Kessel hat eine kupferne innere Feuerbüchse mit flacher Decke, deren Längskanten stark gerundet sind; dieselbe ist mit der halbkreisförmigen Decke des Feuerkastenmantels mit Stehbolzen verankert. Die Wandstärke der inneren Feuerbüchse beträgt 16mm und an der Rohrwand 24mm, die des Feuerkastenmantels 16mm. Die Kopfwand wird in der Höhe des Normalwasserstandes durch einen horizontalen Blechträger mittelst angenieteter Winkel abgesteift. Der cylindrische Kessel besteht aus drei Blechschüssen von 12½mm Stärke, von denen der mittlere auf den äusseren sitzt. Die vordere, 21mm starke Rohrwand ist mit nach aussen umgekrempelten Kanten eingenietet und, ähnlich wie die Hinterwand, über den Röhren durch einen horizontalen Blechanker versteift. Die eisernen Siederöhren stehen an der Vorderwand um eine halbe horizontale Reihe höher als an der Feuerbüchse.

Die Rauchkammer bildet die Verlängerung des Langkessels; dieselbe steht mit gespreizten Blechfüssen auf den Längsrahmen und ist mit diesen verschraubt, während der Feuerkasten mit Winkeln und Gussfutter auf dem Rahmen gleitet und unten

durch Gleitstücke mit Nuth und Federn gekuppelt ist. Das unveränderliche Blasrohr hat eine Düsenweite von 75^{mm} und der nach Prüsmanns System geformte gusseiserne Schornstein an der engsten Stelle eine Weite von 250^{mm}.

Die Dampfaufnahme geschieht mittelst stehenden Regulatorkopfes mit verticalem Schieber in einem 600^{mm} weiten und 830^{mm} hohen Dampfdome, welcher mit seiner Mitte $1^{m},230$ hinter der Schornsteinmitte steht.

Die Kesselarmatur besteht aus einem Ramsbottom'schen Doppelventile, das nach der Längenachse vom Kessel steht und auf dessen nach rückwärts verlängerten Belastungshebel zwischen beiden Ventilen die übliche Spiralfeder wirkt, so dass der Locomotivführer das hintere Ventil lüften kann, indem es sich um einen Zapfen der vorderen Ventilstütze dreht und an seinem vorderen Ende ein Gewicht trägt, wodurch der Schwerpunkt in den Angriffspunkt der Spiralfeder fällt. Die Kesselspeisung wird durch zwei Injectoren, die unter der Platform des Führerstandes liegen, bewirkt.

Die horizontal, am vorderen Theile des Wasserkastens angeschraubten Cylinder haben 300^{mm} Durchmesser und 500^{mm} Kolbenhub, sie liegen $1^{m},860$ von Mitte zu Mitte entfernt. Die schmiedeeisernen schwedischen Kolben sind 90^{mm} hoch und nach vorn ausgehöhlt, und entspricht dieser Höhlung die innere Form des Cylinderdeckels. Die 55^{mm} starken schmiedeeisernen Kolbenstangen sind in die Kolben eingeschraubt und vernietet. Die Parallelleitungsstangen und Kreuzköpfe sind ebenfalls von Schmiedeeisen, während die 50^{mm} starken Zapfen in den Kreuzköpfen und die $1^{m},900$ langen Kurbelstangen, sowie die 2^{m} langen Kuppelstangen von Gussstahl sind. Die ebenfalls stählernen Kurbelzapfen haben eine Stärke von 100^{mm} und 90^{mm} Sitzlänge, und sind dieselben für die Kuppelstangen näher der Wurzel 110^{mm} stark bei 50^{mm} Sitzlänge, während die Kuppelzapfen an den Vorderrädern jeder 75^{mm} Durchmesser bei gleicher Sitzlänge hat.

Die Steuerung nach Allan's System, mit gekreuzten Stangen und geschlossener Coulisse, ist mit Ausnahme der gussstählernen Führungsplatten ganz aus Schmiedeeisen hergestellt. Die gusseisernen excentrischen Scheiben mit 45^{mm} Excentricität sitzen auf Gegenkurbeln. Die beiden Steuerungsebenen liegen $2^{m},080$ von einander entfernt; die $1^{m},100$ langen Excentricstangen greifen je 125^{mm} vom mittleren Aufhängepunkte an die Coulisse. Die gleichfalls $1^{m},100$ langen beweglichen Schieberstangen sind 200^{mm} von der Mittellinie der Coulisse durch einen 140^{mm} langen Hebel der Umsteuerungswelle geführt. Die Umsteuerung wird durch einen gewöhnlichen Handhebel mit Federklinken bewirkt.

Vertical auf den Cylindern sind obenauf die Schieberkasten angegossen, mit den Schieberflächen nach rückwärts geneigt. Die Einströmungscanäle sind 23^{mm}, die Ausströmungscanäle 40^{mm} und die Stege sämmtlich 27^{mm} hoch. Da die Schieberlänge 170^{mm} beträgt, so ist die äussere Deckung $= 15^{mm}$ und die innere $= 2,5^{mm}$.

Der Kohlenkasten ist auf dem hintern Ende des Führerstandes mit einem bogenförmigen Ausbau, über die Bufferschwelle 225^{mm} weit vorspringend, angebracht, ist 1^{m} hoch, unten 750^{mm}, oben 575^{mm} lang und $2^{m},4$ breit. Ausserdem ist eine gewöhnliche Schraubenbremse vorhanden, welche mit 4 Bremsschuhen und Holzfutter auf die Hinterräder wirkt.

Die Leistungsfähigkeit dieser Maschinen soll auf horizontaler Bahn 400 Tonnen mit 15 Kilometer pro Stunde und bei 1:100 Steigung 120 Tonnen betragen. Sie kann Curven von 60^{m} Radius durchlaufen.

Wer die Disposition dieser Locomotiven zuerst erfunden hat, wäre jetzt schwer zu entscheiden. Jedenfalls haben aber die Locomotivfabrik von Krauss in Mün-

chen und die Schweizerische Nordostbahn in Zürich das Verdienst, dieselbe eingeführt zu haben.

Die Hannoversche Maschinenbau-Actiengesellschaft (vormals Georg Egestorff) in Linden bei Hannover hat eine grosse Zahl von leichten sechsrädrigen Locomotiven mit 4 gekuppelten Rädern und besonderem Tender für die normalspurigen jütländischen Secundärbahnen geliefert, die sich bei geringem Gewicht durch gute Verhältnisse und vorzügliche Leistung auszeichnen, und für normalspurige Secundärbahnen in der Ebene ganz besonders empfohlen werden können. Diese Maschine ist mit dem zugehörigen Tender auf Tafel XVII in Fig. 1—6 dargestellt.

Der Radstand der Locomotive beträgt 3^{m}, die vier gekuppelten Triebräder von $1^{m},385$ Durchmesser sind vorn und in der Mitte angebracht, während die Laufachse mit Rädern von 925^{mm} Durchmesser mitten unter dem Feuerkasten liegt. Der durchbrochene Rahmen von 19^{mm} Stärke liegt innerhalb der Räder, hat eine Länge von $5^{m},785$, an der Laufachse eine Höhe von 850^{mm}, sowie an der Triebachse eine solche von 635^{mm}. Diese beiden Längsrahmen sind am vorderen Ende durch den unteren Theil des Rauchkastens und am hinteren Ende durch den kastenförmigen Zugapparat verbunden, sowie in der Mitte durch 2 Verbindungsstangen mit T-förmigen Enden versteift.

Die ausserhalb horizontal liegenden Cylinder haben 305^{mm} Durchmesser und 510^{mm} Kolbenhub, die schwedischen schmiedeeisernen Kolben sind nach vorn ausgehöhlt und die Cylinderdeckel der Höhlung entsprechend geformt. Die Kurbelstange von Gussstahl hat eine Länge von $1^{m},585$ und die gussstählerne Kuppelstange eine solche von $1^{m},480$. Die Steuerung nach Allan liegt innerhalb des Rahmens, wobei die rahmenförmige Schieberstange die Vorderachse umfasst.

Der cylindrische Kessel hat in der Mitte eine lichte Weite von 962^{mm} und besteht aus 3 Blechschüssen, an welche vorn die Rauchkastenwände und hinten die Decke des Feuerkastenmantels in gleicher Höhe anschliessen. Der kupferne Feuerkasten hat eine lichte Länge von 1^{m} und oben eine lichte Weite von 787^{mm}, unten eine solche von 857^{mm}, die Wandstärke des Feuerkastens beträgt $12^{1}/_{2}$ und an der Rohrwand 21^{mm}. Die Feuerkastenthür ist zweitheilig zum Schieben eingerichtet, und kann mittelst Hebel ebensowohl rasch geöffnet als geschlossen werden. Der Rost ist nach vorn geneigt. Der Aschenkasten umschliesst die hintere Laufachse, ist vorn und hinten mit einer beweglichen Klappe versehen, während er sich an beiden Enden noch um 250^{mm} verlängert und zugleich umgebogen ist, um das Herausfallen von glühenden Kohlen zu verhindern.

Der Kessel enthält 96 Stück eiserne Siederöhren von $3^{m},10$ Länge zwischen den Rohrplatten und $43^{1}/_{2}{}^{mm}$ lichter Weite. Die Rohrwand des Rauchkastens ist 19^{mm} stark und von Innen mit dem cylindrischen Kessel vernietet. In der Mitte auf dem cylindrischen Kessel ist ein cylindrischer Dom von 500^{mm} Durchmesser und 712^{mm} Höhe aufgenietet, in welchem die Dampfaufnahme mittelst eines Regulators mit verticalem Schieber erfolgt. Der obere Theil, mit $^{2}/_{3}$ der Höhe, kann an einem Schraubenflantsch abgenommen werden, um bequem an den Regulator gelangen zu können. Oben auf diesem Dom sitzt ein mit Federwaage belastetes Sicherheitsventil. Ein zweites verschlossenes Sicherheitsventil sitzt auf dem Mannlochdeckel, über dem Feuerkasten, worauf auch die Signalpfeife angebracht ist. Die Kesselspeisung wird theils durch eine an der rechten Seite ausserhalb der Triebräder an der Stützplatte der Parallelleitung angebrachte Pumpe, deren Kolben von dem Kreuzkopf aus bewegt wird, theils durch einen Körting'schen Injector, der an dem Feuerkastenmantel befestigt ist, bewerkstelligt.

Der zu dieser Locomotive gehörende vierrädrige Tender hat einen Radstand von 2^m, die Räder haben an der Laufläche einen Durchmesser von 925^{mm}, äussere Achsenschenkel von 203^{mm} Länge und 90^{mm} Durchmesser, während die Achsen in der Mitte eine Stärke von 110^{mm} haben. Der Rahmen besteht aus 2 Längsrahmen von Doppelt-T-Eisen von 235^{mm} Höhe und $3^m,680$ Länge, in der Mitte durch zwei Querverbindungen von demselben Doppelt-T-Eisen versteift und vorn durch den kastenförmigen Zugapparat und hinten durch die Bufferplatte verbunden. An die Längsträger sind 18^{mm} starke Achsenhalterplatten mit unterlegten Gussstücken angeschraubt, und an die Achsenhalter sind gusseiserne, abgehobelte Führungsbacken für die Achsenbüchsen angenietet. Die Tragfedern von 850^{mm} Länge bestehen aus 9 Blättern von 80^{mm} Breite und 10^{mm} Stärke, und werden durch Federstützen, welche unter den Längsträgern angenietet sind, getragen.

Mit den Rahmen festverschraubt ist ein hufeisenförmiger Wasserkasten von 3^m Gesammtlänge und 900^{mm} Höhe, der eine Wassermasse von 3,2 Cubikmeter aufnehmen kann und den Kohlenraum von $1^m,100$ Breite umschliesst. Die Wandstärke des Wasserkastens beträgt 6^{mm}, die geraden Wände werden durch innerhalb aufgenietete Winkeleisen versteift. Ein an einem Hebel aufgehängter Schwimmer zeigt an einem senkrecht durch die Decke geführten Stabe die Höhe des Wasserstandes. An dem hinteren Ende sind über dem Zugapparat des Rahmens zwei verschliessbare Werkzeugkasten, und auf der Decke des hufeisenförmigen Wasserreservoirs zu beiden Seiten noch je ein Blechkasten für Geräthe angebracht. Die Kuppelung zwischen Locomotive und Tender besteht aus einer an dem Bundringe einer Feder aus 8 Blättern angeschlossenen Zugstange, während die Enden der Feder auf zwei kleine in Entfernungen von 790^{mm} angebrachte Spannbuffer wirken, und zu beiden Seiten in einem Abstand von 435^{mm} noch zwei Nothzugstangen mit dem nöthigen Spiel angebracht sind. An dem hinteren Ende des Tenders sind die gewöhnlichen Federbuffer in schmiedeeisernen Büchsen und der normale, an eine Feder aus 10 Blättern angeschlossene Zughaken angebracht, während die Nothketten mit Gummischeiben hinterlegt sind. Die Schraubenbremse wirkt mittelst einer am vorderen Ende des Untergestelles gelagerten Welle mit Doppelhebel, Zug- und Druckstangen auf 8 Bremsbacken, welche die Bremsklötze mit einem Scharnier drehbar umfassen und mittelst Federn parallel zum Radreif festhalten.

Zum Schlusse erlauben wir uns noch einige Hauptdimensionen und Gewichte dieser Maschine anzuführen:

Die Heizfläche des Feuerkastens ist	=	4□^{m},11
Desgleichen der Röhren	=	44 - ,41
Die Gesammtheizfläche	=	48 - ,52
Die Rostfläche	=	0 - ,86
Das Gewicht der betriebsfähigen Maschine auf den vorderen Triebrädern ist	=	6700 Kilogr.
Desgl. auf den mittleren Triebrädern	=	6700 -
Desgl. auf den Hinterrädern	=	2800 -
Das Gewicht des belasteten Tenders beträgt . . .	=	13900 -
Der Wasserkasten des Tenders enthält	=	3,2 Cubikm.
Der Kohlenraum	=	500 Kilogr.

Die **Hannoversche Maschinenbau-Anstalt** lieferte auch eigenthümlich construirte Tenderlocomotiven für die schmalspurige Secundärbahn von $0^m,75$ Spurweite Ocholt-Westerstede im Grossherzogthum Oldenburg. Die Maschine ist auf

Tafel XXII in Fig. 1—6 in $^1/_{20}$ der natürlichen Grösse dargestellt; dieselbe ruht auf 4 gekuppelten schmiedeeisernen Speichenrädern mit Gussstahlbandagen von 750^{mm} Durchmesser; die Gussstahlachsen haben in der Nabe einen Durchmesser von 105^{mm} und in den Lagerschenkeln von 95^{mm}; der Radstand beträgt $1^m,500$. Zwei Wasserkasten, der eine 1152^{mm} lang, 646^{mm} breit und 570^{mm} hoch, zwischen den beiden Achsen, und der andere 867^{mm} lang, von gleicher Breite und Höhe wie der erstere, vor der Vorderachse angebracht, bilden einen Theil des Rahmens; die Wandstärke dieser Wasserkasten beträgt nur 5^{mm}, während aufgenietete Achsenhalterplatten von 10^{mm} Stärke beide Wasserkasten und die durchbrochenen Rahmentheile des hinteren Endes mit der Platform verbinden. Durch angenietete Blechconsolen und Winkeleisen wird der Rahmen ausserhalb der Räder noch um 472^{mm} erbreitert, so dass er eine Gesammtbreite von $1^m,620$ und Länge von $4^m,070$ erlangt. An den Achsenhalterplatten sind abgehobelte gusseiserne Führungsplatten für die gusseisernen Lagerkasten aufgenietet; zwei Tragfedern von 560^{mm} Länge, aus je 6 Blättern von je 55^{mm} Breite und 10^{mm} Stärke bestehend, übertragen die Last auf die Vorderräder, während eine Querfeder, aus 12 Blättern von gleicher Breite und Stärke bestehend, die Last auf die Hinterräder überträgt und somit die Last an 3 Punkten aufgenommen wird.

Der cylindrische Kessel hat einen lichten Durchmesser von 720^{mm} und eine Wandstärke von 9^{mm}; er besteht aus 2 Blechschüssen, an welchen die Decke des Feuerkastenmantels und Rauchkastens in gleicher Höhe anschliessen. Die kupferne Feuerkiste hat unten eine lichte Länge von 532^{mm} und eine Breite von 516^{mm}, eine Wandstärke von 12^{mm} und an der Rohrwand von 20^{mm}. Der Kessel enthält 50 Stück eiserne Siederöhren von 40^{mm} Weite und $2^m,240$ Länge zwischen den Rohrwänden. Der Regulator ist im Rauchkasten angebracht, und besteht aus einem horizontalen, durch einen Daumen der Regulatorstange zu bewegenden Schieber.

Die horizontal ausserhalb am vorderen Wasserkasten, der zu dem Ende noch durch eine mittlere Querwand verstärkt ist, angeschraubten Cylinder von 165^{mm} Weite und 305^{mm} Kolbenhub sind mit schwedischen Kolben. Die Steuerung nach Allan mit einem massiven Gleitstücke mit Stellkeilen zum Reguliren liegt ausserhalb, wobei die Excentrics auf einer Gegenkurbel sitzen.

Der bei den Betriebsmitteln der Westersteder Zweigbahn eingeführte Centralbuffer- und Zugapparat besteht aus einem schmiedeeisernen ösenförmigen Mittelbuffer, welcher 500^{mm} über Schienenoberkante an einer ］-förmigen Kopfschwelle angenietet ist, in dessen Oese der horizontal stehende Kuppelungshaken des folgenden Fahrzeugs beim Anfahren selbstthätig einhakt und durch Umschlingen einer kleinen anhängenden Kette mit Kugel am Auslösen verhindert wird.

Bemerkenswerth an diesen Maschinen ist noch die einfache Exter'sche Bremse, bei welcher durch Herumwerfen eines Gewichts ein Paar gusseiserne Bremsbacken an die Hinterseite der Hinterräder plötzlich angepresst und ebenso rasch wieder gelöst werden können. Die Heizung dieser Maschine erfolgt mit Torf, welcher einen grossen Raum (500 Kilogr.) erfordert. Zu dem Ende ist über dem cylindrischen Kessel vor dem Schirm des Maschinisten ein oben offener Blechkasten von $1^m,750$ Länge und $1^m,590$ Breite angebracht. Ausserdem ist noch zu bemerken, dass zu beiden Seiten des vordern Wasserkastens Fülltrichter angebracht sind und beide Wasserkasten am Boden durch ein gusseisernes Rohr in Verbindung stehen. Die Speisung erfolgt durch 2 Körting'sche Injectoren. Die Dampfspannung ist auf 10 Atmosphären normirt, die Heizfläche der Röhren beträgt 15,5 Quadratmeter, die des Feuerkastens 1,8 Quadratmeter, also Gesammtheizfläche 17,3 Quadratmeter. Die Rostfläche ist 0,27 Quadratmeter. Das

Gewicht der dienstfähigen Maschine beträgt 7400 Kilogramm, die Wasserreservoire haben einen Inhalt von 0,38 Cubikmeter. Diese Maschine kostete 9700 Mark.

Die Maschinenfabrik zu Heilbronn baut, nach Art der in Fig. 4 u. 5 auf Tafel XIX abgebildeten, Locomotiven in 7 verschiedenen Modellen, wie sie in der folgenden Tabelle zusammengestellt sich befinden:

Modell.	I.	II.	III.	IIIa.	IV.	IVa.	V.
Pferdestärken	10	20	30	35	45	45	60
Cylinderdurchmesser in Millimeter .	130	180	200	220	230	230	250
Kolbenhub	200	270	300	300	350	360	360
Raddurchmesser	420	550	610	660	720	780	780
Dampfüberdruck in Atmosphären . .	8	9	9	9	9	9	9
Heizfläche, feuerberührte in Quadratm.	**7,35**	**12,48**	**15,44**	**16,85**	**21,67**	**21,67**	**27,20**
- wasserberührte in Quadratm.	8,00	13,90	17,20	18,78	24,15	24,15	30,20
Rostfläche in Quadratmeter	0,16	0,23	0,27	0,27	0,37	0,37	0,50
Achsenstand in Millimeter	1000	1260	1260	1260	1560	1560	1560
Kohlenvorrath in Kilogramm . . .	50	150	200	200	350	400	500
Wasservorrath in Liter	250	500	700	750	1200	1400	1500
Gewicht der leeren Maschine in Kilogr.	2400	5200	6200	6500	8500	9200	10500
Gewicht der Maschine im Dienst in Kilogramm	3000	6000	7500	8000	11000	12000	13500
Kleinste Spurweite in Millimeter . .	500	500	600	800	700	1000	1000

Bei der Anordnung mit zwischen den Rahmen liegenden Rädern, wie sie von der heilbronner Fabrik angenommen ist, erreicht man, dass dieselbe Locomotive für verschiedene Spurweiten gebraucht werden kann, eine Eigenschaft, die bei Locomotiven, welche zu Bauzwecken bestimmt sind, von Vortheil ist.

Die Wasserkästen befinden sich zwischen den Rahmen. Die Aufhängung geschieht durch Spiralfeder.

Die Siederöhren sind aus Holzkohleneisen und messen 40^{mm} lichte Weite.

Der Schwerpunkt dieser Locomotiven liegt sehr niedrig und der Bewegungsmechanismus, sowie die Federn sind leicht zugänglich. Andrerseits liegen die Theile des Bewegungsmechanismus tief und sind deshalb Beschädigungen ausgesetzt. Die Rahmen sind vorn und hinten mit sehr hohen Bufferbohlen ausgestattet, welche bei Entgleisungen nützlich sein können und die Cylinder etwas schützen.

Einen bedeutenden Fortschritt haben die Krauss'schen Locomotiven (Fig. 1—7 auf Tafel XV) in den Bau der Betriebsmittel secundärer Eisenbahnen gebracht, und viele der neueren Producte anderer Fabriken dieser Gruppe wurden den Krauss-schen nachgebaut.

Dieselben werden meistentheils vierrädrig, mit inneren Rahmen und Wasserkasten in den Rahmen gebaut, und erhalten eine Aufhängung in drei Punkten. Die Steuerung (nach Allan) hat gewöhnlich gerade Coulissen. Die Kessel werden meistentheils mittelst zwei unter den Wasserkasten zwischen den Rädern angebrachten Injectoren gespeist. Der Kessel ist ohne Dom gebaut. Der Regulator und die Sicherheitsventile sind auf einem gusseisernen Topf am Kessel angebracht.

Im Folgenden ist ein Verzeichniss der Fabrikations-Modelle gegeben.

Verzeichniss der Fabrikations-Modelle.

Pferdekräfte	7	20	30	45	60	100	150
Cylinderdurchmesser	100	140	160	200	225	250	290
Kohlenhub	160	300	300	300	400	500	540
Dampfdruck in Atmosphären	390	570	570	570	800	1000	1000
Raddurchmesser	12	12	12	12	12	12	12
Heizfläche	5,2	12,4	17,4	24,7	29,6	40,2	62,6
Rostfläche	0,12	0,18	0,24	0,24	0,50	0,60	0,72
Achsenstand	900	1100	1100	1700	1700	2000	2450
Raum für Brennmaterial in Centnern	2	4	4	10	15	30	30
Raum für Speisewasser in Litern	190	520	520	1600	2230	2700	3200
Gewicht im Dienst in Kilogr.	2500	5000	6300	9000	13000	18000	24000
Nach Angabe d. Fabrik:							
Effective Zugkraft in Kilogr.	200	500	660	1060	1230	1500	2200
Befördert Last bei einer							
Steigung von 1 : 20 Centimeter	40	150	200	300	400	500	600
1 : 40 -	70	260	350	520	700	900	1100
1 : 60 -	110	400	550	850	1100	1300	1500
1 : 80 -	160	600	800	1200	1600	1700	1900
1 : 100 -	200	700	1000	1600	2000	2100	2300
1 : 200 -	300	1000	1400	2400	3200	3400	4000
1 : 500 -	400	1300	1800	3200	4200	4400	5200
horizontal -	600	1800	2400	4800	6000	6400	7600
mit einer Geschwindigkeit. Meilen	1½	1½	1½	1½	1½	2½	2½
Spurweite des Gleises (Minimum)	500	600	670	730	1000	1200	1200
Grösste Höhe der Locomotive	2350	2860	3000	3300	3300	3700	3700
Grösste Breite der Locomotive	1000	1300	1350	2000	2000	2400	2600
Kleinster Curvenradius. Meter	5	20	30	50	60	70	100

Die in Fig. 1—7 auf Tafel XV abgebildete Krauss'sche Tenderlocomotive ist die am meisten verbreitete Type von 30 Pferdekraft für Bauunternehmer, Bergwerksbahnen etc., diese Locomotiven haben meist 670—785^{mm} Spurweite und sind vorn unter den Cylindern und unter der Feuerbüchse mit Schutzbalken versehen, um sie bei allfälligen Entgleisungen auf den provisorischen Bahnen gegen das Durchfallen und vor Beschädigungen zu schützen.

Die Hauptdimensionen dieser Locomotive sind wie folgt:

Bewegungs-mechanismus	Durchmesser der Cylinder	= 160^{mm}
	Kolbenhub	= 300^{mm}
	Entfernung der Cylindermitten	= 1^{m},052
	Länge der Triebstange	= 1^{m},050
	Länge der Excenterstange	= 0^{m},700
	Raddurchmesser	= 0^{m},580
	Radstand	= 1^{m},100
Kessel	Länge des Rostes	= 0^{m},420
	Breite desselben	= 0^{m},528
	Länge der äusseren Feuerbüchse	= 0^{m},544
	Minimale Breite derselben	= 0^{m},652
	Ganze Kessellänge	= 2^{m},715
	Mittlerer Kesseldurchmesser	= 0^{m},652
	Blechstärke	= 8^{mm}
	Höhe der Kesselachse über der Schienenoberkante	= 1^{m},405
	Grösste effective Spannung	= 12 Atm.

Länge der Heizröhren	= 1m,84
Anzahl derselben	= 45
Aeusserer Durchmesser derselben . .	= 44mm
Durchmesser des Kamins, unten . . .	= 160mm
Desgleichen, oben	= 220mm
Höhe des Kamins über der Schienenoberkante	= 2m,660
Länge der Locomotive ohne Buffer . .	= 3m,440
Wasserberührte Heizfläche	= 12□m,92
Gewicht der leeren Locomotive . . .	= 4,600 Tonnen
Desgleichen im Dienste	= 6,250 Tonnen.
Wasserraum	= 800 Cub. Decmt.
Kohlenraum	= 310 - -
Zugkraft bei 50‰ Steigung	= 790 Kilogr.

Ein Modell, welches die Vortheile des Krauss'schen Systems in auffallender ise zeigt, ist die Uetliberglocomotive, welche in einer andern Abtheilung mitge- lt wird.

Unter den Maschinenfabriken, welche Locomotiven für Secundärbahnen als cialität betreiben, nennen wir noch diejenige der Harzer Werke in Rübeland l Zorge am Harz. Diese Fabrik baut vierrädrige Tenderlocomotiven für alle rweiten von 3,5 bis 230 Tonnen Gewicht im Dienst.

Fig. 6 und 7, auf Tafel XX stellt eine Ansicht und einen Grundriss einer nalspurigen Tenderlocomotive dieser Fabrik dar. Bei dieser Locomotive sind die men aus zwei 1m hohen Verticalblechen hergestellt, welche 1m,400 im Lichten von nder entfernt sind und mit ihrer Unterkante 190mm über Schienenoberkante stehen. der Kesselachse gemessen, sind diese Bleche nach vorn 1m,230, nach hinten 20 lang und an den Enden durch verticale Blechwände gegeneinander abgesteift. zerne Bufferbohlen von 120mm Stärke und 520mm Höhe tragen die Gummifeder- er, welche für den Rangirdienst bei normalem Bahnmaterial in 1m,750 Entfernung einander und 1m,024 Höhe über Schienenoberfläche stehen. Die Federung der haken ist ebenfalls durch Gummischeiben hergestellt.

Die Schalengussscheibenräder haben einen Durchmesser von 650mm, der Rad- d beträgt 1m,568, die Achsen sind durchgängig 100mm stark und im Lagersitz mm lang. Die Tragfedern, von 500mm Länge über den Endstützen, liegen innerhalb Rahmen über den Achsen; sie stehen mit ihren Federstützen direct auf den senbüchsen und tragen die Rahmen mit kleinen Stützböcken. Jede Feder besteht 8 Stahlblättern von 50×10mm Querschnitt.

Die ausserhalb und geneigt über den Hinterrädern liegenden Cylinder treffen ihren Mittellinien die Vorderachse. Die Kolbenstangen werden durch gusseiserne uzköpfe in einem gusseisernen Führungsgehäuse geleitet und wirken mittelst der mm langen Triebstangen auf die Vorderachse. Die 1m,518 langen Kuppelstangen en ausserhalb der Triebstangen und haben, wie diese, einen kreisförmigen, nach Enden hin verjüngten Querschnitt. Die Schieberkasten sind oben an die Cylinder egossen; die Schieberstange wird mit kurzer regulirbarer Zugstange durch einen pelhebel bewegt, dessen Achse hinter dem Führungsgehäuse in den Rahmenble- gelagert ist. Je ein aufwärts stehender Arm fasst ausserhalb der Rahmen die stangen des Schiebers, während ein abwärts gerichteter innerhalb der Excentric- ge bewegt wird. Die hinter der Achsenbüchse sitzenden Excentrics sind von

einem gusseisernen Ringe umfasst, welcher an einen, um die Achsenbüchsen, nach aussen gekröpften, angegossenen Arm die Excentricstange aufnimmt. Die Hebelarme des Doppelhebels stehen in mittlerer Stellung senkrecht auf der Zugstangenmitte.

Zur Umsteuerung dient ein Schieber, welcher die Dampfeinströmung mit der Ausströmung verwechselt. Derselbe ist mit liegender Schieberfläche in ein zweifaches Verbindungsrohr der beiden Schieberkastengehäuse eingeschaltet, und wird mit einem rechtsstehenden Handhebel bewegt. Ueber dem Umsteuerungsschieber sitzt noch ein zweiter Absperrschieber mit Schraube und Handrad.

Der stehende cylindrische Kessel hat 1m,100 lichte Weite, 8mm Wandstärke und steht mit seiner Unterkante 250mm, sowie der Aschenkasten noch 130mm über Schienenoberkante. Derselbe wird an jedem Seitenrahmen mit zwei Verticalstegen durch angenietete Winkel getragen, welche Stege in Entfernungen von 600mm symmetrisch zur Querachse stehen. Die im Lichten 1m hohe innere Feuerbüchse hat oben 800mm und unten 880mm Durchmesser. Die 104 Heizröhren sind zwischen den Rohrwänden 800mm lang. Ueber der oberen Rohrplatte liegt noch ein 300mm hoher Rauchkasten von 900mm Durchmesser, welcher seitlich vom Dampfe umspült wird. Eine kuppelförmige gusseiserne Decke mit aufgeschraubtem gusseisernen Schornstein von 225mm Weite schliesst diesen Raum nach oben ab. Die ganze Höhe bis zur Oberkante des Schornsteins beträgt 3m,540. Der ringförmige Raum um die Rauchkammern ist durch viele kleine Löcher mit dem Kessel in Verbindung, so dass er eine Art abgeschlossenen Dampfdom bildet, auf dem die Kesselarmatur angebracht ist. Die letztere besteht aus einem Sicherheitsventil mit Federwaage, einem zweiten mit Spiralfeder belastet, einem Federmanometer, einem Blashahn, einer Dampfpfeife und aus zwei Injectorhähnen. Die beiden Injectoren, nach dem Schau'schen System sitzen an der Hinterwand des Untergestelles, und werden vom Führerstande aus mit stehenden Spindeln gehandhabt.

Der Wasserkasten ist vor dem Kessel zwischen den Rahmen angebracht, hat im Lichten 600mm Länge, 1m,550 Breite und 600mm Höhe über dem Rahmen mit einem Einguss oben auf der Mitte.

Auf der andern Seite, hinter dem Führerstand, liegt der Kohlenkasten, über dem Rahmen übergebaut; derselbe ist unten 250mm, oben 400mm lang, 1m hoch und 1m,900 breit. Die einfache Schraubenbremse wirkt auf eine unter dem Rahmen gelagerte Bremswelle, und presst zwei Bremsschuhe mit Holzfutter gegen die Hinterfläche der Hinterräder. Der Kessel ist von bestem Low-Moorblech, die Achsen, Tragfedern, Kolbenstangen und Zapfen sind von Gussstahl gefertigt.

Die beschriebene Locomotive soll eine Leistung von 23 Pferdekräften haben und auf horizontaler Bahn 3000 Centner, sowie auf Steigungen von 1 : 100 840 Centner ziehen. Das Totalgewicht im Dienst beträgt 175 Centner.

Nachstehend theilen wir noch eine Tabelle (siehe p. 49) der verschiedenen Modelle mit, welche die Harzer Werke zu Rübeland und Zorge nach dieser Construction bauen.

Unter den übrigen Locomotivfabriken dieser Gruppe, welche sich mit dem Bau der Locomotiven für secundäre Bahnen befassen, führen wir noch die Elsässische Gesellschaft (A. Köchlin) in Mühlhausen und Graffenstaden an. Dieselbe baut Locomotiven mit vier und sechs gekuppelten Rädern, welche ihrer Construction nach unter die französischen zu rechnen wären. Die Wasserkästen sind längs des Kessels angebracht, welcher vorn einen Dampfdom trägt.

Modell Nr.	Radstand Meter.	Cylinder-durchmesser Millimeter.	Kolbenhub Millimeter.	Leistung Horizontal Tonnen.	Leistung bei 1:100 Steigung Tonnen.	Heizflächen Quadratmeter.
			Normalspurige Locomotiven:			
I	1,568	155	250	100	30	8,00 stehender Kessel,
II	1,568	200	250	150	42	10,86 - - ,
III	1,568	250	250	250	80	17,09 - - ,
IV	1,568	285	360	400	125	25,00 - - .
			Schmalspurige Locomotiven:			
V	1,078	111	183	35	12,5	5,07 stehender Kessel,
VI	1,046	170	275	125	40	13,60 liegender Kessel,
VII	1,400	225	300	225	80	20,00 - - .

Die Dimensionen und Gewichte einer solchen Locomotive, für 1^m Spurweite und mit 3 gekuppelten Achsen, sind wie folgt:

Bewegungs-mechanismus:
- Cylinderdurchmesser . . . . . = $0^m,300$
- Kolbenhub . . . . = $0^m,460$
- Länge der Triebstange . . . . = $1^m,240$
- Excentricität . . . . = $0^m,100$
- Voreilung . . . . = 30 Grad
- Länge der Excenterstange . . . = $0^m,560$
- (Stephenson'sche Coulissensteuerung)

Mittl. Durchmesser des Kessels . = $0^m,940$
Effective Dampfspannung . . . = 9 Atm.
Länge der äusseren Feuerbüchse . = $1^m,300$
Breite derselben . . . . = $0^m,800$
Länge des Rostes . . . . = $1^m,000$
Breite desselben . . . . = $0^m,65$
Fläche desselben . . . . = $0\square^m,65$
Höhe der Feuerbüchsdecke über dem Kesseldurchmesser . . . = $0^m,125$
Länge der Siederöhren zwischen den Rohrwänden . . . . . . = $3^m,100$
Innerer Durchmesser d. Siederöhren = 41^{mm}
Anzahl der Siederöhren . . . . = 108
Heizfläche der Feuerbüchse . . = $4\square^m,12$
Heizfläche in den Röhren . . . = $43\square^m,05$
Totale Heizfläche . . . . = $47\square^m,17$
Raddurchmesser . . . . = $0^m,994$
Entfernung der Vorderachse von der Triebachse . . . . = $1^m,300$
Desgl. d. Triebachse bis Hinterachse = $1^m,100$
Aeusserer Radstand . . . . . . = $2^m,400$
Entfernung der Rahmen . . . . = $0^m,840$
Totallänge ohne Buffer . . . . = $7^m,316$
Inhalt der Wasserkästen . . . . = 510 Lit.
Desgl. der Kohlenkästen . . . . = 500 Lit.

Gewicht der leeren Maschine	=	16,4 Tonnen
Desgl. im Dienst	=	21 Tonnen
Maximale Zugkraft	=	2595 Kilogr.

Die Locomotivfabrik von Wöhlert in Berlin verfertigte Locomotiven für Secundärbahnen mit drei Achsen, von denen nur die beiden hinteren gekuppelt sind.

Als Oesterreichisches Fabrikat führen wir zuerst die in Fig. 13 und 14 auf Tafel XXI dargestellte schmalspurige Locomotive von Haswell an. Diese Maschine ist für 1^m Spurweite construirt und zwar mit vier gekuppelten Achsen, so dass sie bei kleiner Radbelastung eine bedeutende Adhäsion entwickeln kann. Dabei wurde die Einrichtung getroffen, dass die vordere Feder mit der mittleren und die mittlere mit der hinteren, durch je einen Balancier verbunden sind, dass ausserdem aber ein Querbalancier die hinteren Federn verbindet. Da auch die Achsenbüchsen in Zapfen gelagert sind, damit die Achsen in verticaler Richtung eine Drehung machen können, so ist dadurch annähernd eine Aufhängung in drei Punkten erzielt. Die Hinterachse kann sich um 35^{mm} in ihrer Länge verschieben, so dass Curven bis 80^m Radius mit dieser Locomotive befahren werden können. Die Feuerbüchse ist aus Kupfer und liegt über dem Rahmen. Die cylindrische Feuerbüchsdecke ist gewellt. Sowohl unten am Kessel, wie auch unter der Rauchkammer, sind grosse Oeffnungen behufs Reinigung angebracht. Die Maschine ist mit Gegendampfbremse versehen. Die Hauptdimensionen dieser Locomotiven sind:

Cylinderdurchmesser	=	350^{mm}
Kolbenhub	=	316^{mm}
Stephenson'sche Coulissensteuerung.		
Durchmesser der Räder	=	0^m,720
Aeusserer Radstand	=	2^m,400
Rostfläche	=	1□^{m},400
Mittlerer Cylinderdurchmesser	=	1^m,120
Blechdicke	=	12^{mm}
Effectiver Dampfdruck bis	=	12 Atm.
Länge der Sjederöhren	=	2^m,400
Anzahl der Siederöhren	=	102
Aeusserer Durchmesser	=	52^{mm}
Höhe des Kamins über der Schienenoberkante	=	3^m,500
Länge der Locomotive ohne Buffer	=	5^m,67
Heizfläche in der Feuerbüchse	=	6□^{m},00
Desgl. an den Röhren (aussen)	=	40□^{m},00
Totale Heizfläche	=	46□^{m},00
Gewicht der leeren Maschine	=	18 Tonnen
Desgl. im Dienst	=	20 Tonnen
Zugkraft	=	6400 Kilogr.

Die in Fig. 1—9, Taf. XXIII abgebildeten Tenderlocomotiven der Maschinen-, Locomotiv- und Wagenbauanstalt in Mödling geben eine Locomotive mit 4, 6 und 8 gekuppelten Rädern für 0^m,75 Spurweite. Die Hauptangaben sind wie folgt:

		4 Räder:	6 Räder:	8 Räder:
Durchmesser des Cylinders	=	0^m,240	0^m,290	0^m,320
Kolbenhub	=	0^m,425	0^m,425	0^m,425
Durchmesser der Räder	=	0^m,800	0^m,800	0^m,700

		4 Räder:	6 Räder:	8 Räder:
Aeusserer Radstand	=	$1^{m},500$	$1^{m},800$	$2^{m},280$
Grösste Länge der Maschine	=	$5^{m},630$	$5^{m},930$	$6^{m},435$
Grösste Breite der Maschine	=	$1^{m},910$	$1^{m},936$	$2^{m},020$
Grösste Höhe der Maschine	=	$2^{m},800$	$2^{m},800$	$2^{m},800$
Gewicht der leeren Maschine	=	7 Tonnen	12 Tonnen	17 Tonnen
Desgl. im Dienste	=	10 -	15 -	22 -
Mittlerer Kesseldurchmesser	=	$0^{m},800$	$0^{m},800$	$0^{m},850$
Länge des cylindrischen Kessels	=	$2^{m},520$	$2^{m},835$	$3^{m},325$
Anzahl der Siederöhren	=	88	88	104
Länge derselben	=	$2^{m},540$	$2^{m},840$	$3^{m},300$
Aeusserer Durchmesser	=	$0^{m},045$	$0^{m},045$	$0^{m},045$
Heizfläche der Siederöhren	=	$31\square^{m},583$	$35\square^{m},31$	$48\square^{m},5$
Desgl. der Feuerkiste	=	$2\square^{m},834$	$3\square^{m},07$	$3\square^{m},75$
Totale Heizfläche	=	$34\square^{m},417$	$38\square^{m},38$	$52\square^{m},25$
Rostfläche	=	$0\square^{m},621$	$0\square^{m},639$	$0\square^{m},888$
Wasserraum in den Kästen	=	$1^{cbm},5$	$1^{cbm},75$	$2^{cbm},25$
Kohlenraum	=	$0^{cbm},75$	$0^{cbm},85$	$0^{cbm},90$
Effective Dampfspannung	=	10 Atmosphären.		

Auf der ungarischen Montanbahn Rostoken-Marksdorf sind 2 der beschriebenen 6rädrigen Locomotiven seit 1874 im Betriebe, und ist jede derselben bei gutem Wetter im Stande auf der 12 Kilom. langen Steigung von 25 ‰ bergauf eine Bruttolast von 55000 Kilogr. zu befördern.

Aus der Fabrik von Sigl in Wien führen wir eine dreifach gekuppelte Locomotive für 1^{m} Spurweite an. Diese Maschine ist mit einem besonderen Tender gebaut, welcher $1^{m},5$ Radstand besitzt, 3 Cubikm. Wasser und 1,5 Cubikm. Brennstoff fasst.

Die Locomotive wiegt leer	=	12,5 Tonnen.
Im Dienst	=	13,75 -
Der Tender wiegt leer	=	3,75 -
Im Dienst	=	8,25 -

Die übrigen Dimensionen sind wie folgt:

Cylinderdurchmesser	=	290^{mm}
Kolbenhub	=	500^{mm}
Triebraddurchmesser	=	950^{mm}
Mittlerer Kesseldurchmesser	=	900^{mm}
Anzahl der Siederohre	=	76
Aeusserer Durchmesser derselben	=	52^{mm}
Länge derselben	=	$2^{m},880$
Heizfläche in den Röhren	=	$36\square^{m},7$
Desgleichen in der Feuerbüchse	=	$4\square^{m},5$
Totale Heizfläche	=	$41\square^{m},2$
Rostfläche	=	$0\square^{m},75$
Grösste Breite der Locomotive	=	$2^{m},215$
Höhe des Rauchfangs über den Schienen	=	$3^{m},200$
Effective Dampfspannung	=	$8^{1}/_{2}$ Atm.

Hierher gehört auch die ursprünglich von Haswell in Wien für Reschitza und später von den eigenen dortigen Werken gebaute, in Fig. 7 u. 8, Tafel XXI abgebildete

vierrädrige Locomotive. Diese ist für 0m,94 Spurweite bestimmt. Die Feuerbüchse ist aus Kupfer und sitzt über dem Rahmen; die Feuerbüchsdecke ist cylindrisch und wellenförmig gebildet. Die Feuerbüchse wird durch ein dünnes Blech getragen, welches zwischen den Rahmen befestigt ist. Seine Elasticität genügt, um die Ausdehnung des kurzen Kessels zu compensiren. Der Wasserbehälter ist unter dem Kessel und über dem Rahmen angebracht. Der Kohlenbehälter befindet sich links bei der Feuerbüchse. Die Steuerung ist eine Allan'sche.

Im Folgenden sind die Hauptmaasse und Gewichte zusammengestellt:

Cylinderdurchmesser	= 237mm
Kolbenhub	= 316mm
Raddurchmesser	= 0m,700
Radstand	= 1m,423
Rostfläche	= 0□m,700
Mittlerer Kesseldurchmesser	= 0m,790
Kesselblechdicke	= 10mm
Effective Spannung	= 8,5 Atmosph.
Länge der Siederöhren	= 1m,948
Anzahl derselben	= 54
Aeusserer Durchmesser derselben	= 52mm
Höhe des Kamins über d. Schienenoberkante	= 3m,082
Länge der Locomotive ohne Buffer	= 4m,479
Heizfläche in der Feuerbüchse	= 3□m,00
Desgl. in den Röhren	= 17□m,00
Totale Heizfläche	= 20□m,00
Gewicht der leeren Locomotive	= 9,5 Tonnen
Desgl. im Dienst	= 11,5 Tonnen
Zugkraft	= 2200 Kilogr.

Die Schweiz besitzt in Winterthur eine Locomotivfabrik, deren Constructionen sich durch Mannigfaltigkeit und Erfindung kenntlich machen.

Zu den eigentlich schweizerischen Constructionen wäre auch die Krauss'sche Locomotive, ihrem Ursprunge nach, zu rechnen, indem dieses System ursprünglich die Schweizerische Nordostbahn eingeführt hatte. Die in Fig. 1—8 auf Tafel XVI abgebildete Locomotive der Schweizerischen Nordostbahn, welche in Winterthur gebaut wurde und als eine Schweizerische Ausbildung dieses Systems gelten kann, ist zwar für Secundärbahnen schon schwer, kann aber dennoch in vielen Fällen benutzt werden, weshalb wir sie hier ebenfalls anführen. Diese vierrädrige Tenderlocomotive, deren Wasserkasten sich zwischen den Rahmen befindet, ist in vieler Beziehung der oben beschriebenen Krauss'schen ähnlich. Als Anordnung des Kessels bemerken wir die runde Feuerbüchse mit gewellter Decke und die schräge Rohrwand in der Rauchkammer, sowie die schräge Lage der Siederöhren, welche den Verdampfungsprocess begünstigen soll; dann die Abwesenheit eines jeden Domes und die hohe Lage der Kesselachse. Das Speisewasser fliesst zuerst in eine an der Seite im Kessel angebrachte, nach oben offene Blechtasche und aus dieser über den oberen Rand in den Kessel über. Der abgesetzte Schlamm wird durch ein im Kessel angebrachtes Loch von Zeit zu Zeit entfernt. Die Maschine hat Allan'sche Steuerung. Sehr zweckmässig ist der den Kessler'schen Locomotiven (Esslingen) nachgebaute, geschützte Gang, durch welchen alle Maschinentheile während der Fahrt bequem zugänglich sind, obwohl diese Einrichtung für Hauptbahnen von grösserer Wichtigkeit

ist als für Nebenbahnen. Die Aufhängung unterscheidet sich ebenfalls von den Krauss'schen, indem der Kessel nicht in drei Punkten unterstützt ist, sondern dies durch 4 Federn geschieht. Die Hauptangaben sind:

Durchmesser des Cylinders	= 0^m,320
Kolbenhub	= 0^m,600
Durchmesser der Räder	= 1^m,390
Radstand	= 2^m,700
Grösste Länge der Maschine mit Buffern	= 7^m,615
Desgleichen Breite derselben	= 2^m,580
Desgleichen Höhe derselben	= 3^m,959
Gewicht der leeren Maschine	= 18—19 Tonnen
Desgleichen im Dienst	= 23,5—24,5 Tonnen
Mittlerer Kesseldurchmesser	= 1^m,152
Anzahl der Sicderöhren	= 135
Grösste Länge derselben	= 3^m
Aeusserer Durchmesser	= 0^m,500
Heizfläche der Siederöhren	= 62$\square^m$,4
Desgleichen der Feuerkiste	= 4$\square^m$,8
Totale Heizfläche	= 67$\square^m$,2
Rostfläche	= 1$\square^m$,116
Wasserraum in den Kästen	= 2,6 Tonnen
Kohlenraum	= 1,2—1,5 Tonnen
Effective Dampfspannung	= 12 Atmosphären.

Eine andere, ebenfalls in Winterthur gebaute Locomotive, ist die in Fig. 1 und 2 auf Tafel XXI dargestellte Tenderlocomotive der Schmalspurbahn Winkeln-Herisau-Appenzell. Die Locomotive hat drei gekuppelte Achsen, äussere Rahmen und die Steuerung ist nach System Heusinger von Waldegg; die Wasserkästen liegen zu beiden Seiten des Kessels und communiciren mittelst eines Kupferrohres mit einander. Die Maschine ist mit einer starken Spindelbremse versehen und kann ausserdem mit einer Gegendampfbremse gebremst werden.

Der Kessel ist auf 16 Atmosphären probirt und hat eine Blechdicke von 13^{mm}. Die Rahmenbleche sind 15^{mm} dick. Die Hauptdimensionen und Gewichte sind wie folgt:

Räder:	Räderdurchmesser	= 0^m,900
	Entfernung der vordern Achsen	= 1^m,100
	Desgleichen der hintern Achsen	= 1^m,050
	Aeusserer Radstand	= 2^m,150
	Entfernung zwischen den Bandagen	= 0^m,940
Achsen:	Durchmesser der Achsen	= 0^m,120
Lager:	Durchmesser der Lagerhülse	= 0^m,192
	Länge derselben	= 0^m,135
	Entfernung von Mitte zu Mitte	= 1^m,850
Cylinder:	Durchmesser des Cylinders	= 0^m,310
	Kolbenhub	= 0^m,450
	Entfernung von Mitte zu Mitte der Cylinder	= 1^m,850
Rahmen:	Entfernung der Vorderachse vom Vorderende	= 1^m,650
	Desgleichen der Hinterachse vom Hinterende	= 2^m,300
	Länge ohne Buffer	= 6^m,100
	Desgleichen mit Buffer	= 7^m,000

B. Locomotiven für Secundärbahnen aus Französischen und Englischen Fabriken.

Die normalspurige Héraultbahn hat dreiachsige Tenderlocomotiven mit zwei gekuppelten Achsen (Fig. 1—6, Tafel XVIII). Diese Locomotiven sind in Graffenstaden gebaut.

Die Rahmen liegen zwischen den Rädern, Steuerung und Cylinder ausserhalb. Die Feuerung ist mit der Thierry'schen Rauchverbrennung ausgestattet.

Die Feuerbüchse sammt Verankerung, der Dom und die hintere Rauchkammerwand bestehen sämmtlich aus Stahl und sind auch mit Stahlnieten vernietet.

Zum Speisen dienen zwei Friedemann'sche Injectoren, von 7 u. 9^{mm} Oeffnung. Dieselben sind unter dem Führerstand auf jeder Seite der Feuerbüchse angebracht.

Die Maschinen sind mit Gegendampfbremsen versehen.

Die beiden Rahmen sind aus Stahlblechen von 16^{mm} Dicke und die Queraussteifungen und die Querbalken aus ebensolchem Blech von 8^{mm} Dicke angefertigt.

Der Zughaken ist mit einer Schraubenkuppelung versehen, welche auf 4000 Kilogr. Zug berechnet ist. Die Kraft wird mittelst Belleville'scher Scheibenfedern von 150^{mm} Durchmesser übertragen. Die Sicherheitsketten sind ebenfalls mit je zwei Paar solcher Scheiben von 130^{mm} Durchmesser ausgerüstet, und je auf 3000 Kilogr. construirt.

Die Buffer lassen sich um 100^{mm} zusammendrücken und sind mit ähnlichen Scheibenfedern versehen.

Ausser der Gegendampfbremse trägt jede Maschine noch eine Scheibenbremse, welche auf die Hinterachse wirkt.

Die Räder, System Arbel, haben angeschweisste Gegengewichte und Bessemerachsen. Die Gussstahlbandagen sind 135^{mm} breit und 45^{mm} stark im Laufkreis. Die Achsenbüchsen bestehen aus gehärtetem Gussstahl.

Die Laufachse hat auf jeder Seite in den Führungsbacken 15^{mm} Spiel und ist, nach Art der auf der Orleansbahn gebräuchlichen Einrichtung, mit geneigten Flächen versehen, um sie hierdurch stets in der Mittellage zu erhalten. Die Steuerung ist eine Stephenson'sche, mit Aufhängung in der Mitte.

Die Hauptdimensionen und Gewichte dieser Locomotiven sind:

Rost:	Länge	= 1^{m},047
	Breite	= 868^{mm}
	Fläche	= 0□^{m},90
Feuerkasten:	Höhe der Decke über dem Rahmen vorn	= 1^{m},037
	Desgleichen hinten	= 0^{m},917
	Innere Länge oben	= 0^{m},890
	Desgleichen unten	= 1^{m},077
	Innere Breite oben	= 0^{m},800
	Desgleichen unten	= 0^{m},868
	Dicke der Seite und der Decke	= 12^{mm}
	Desgleichen der Hinterwand	= 15 u. 12^{mm}
	Desgleichen der Röhrenplatte	= 25 u. 12^{mm}
Röhren:	Zahl	= 89 Stück
	Aeusserer Durchmesser	= 50^{mm}
	Verschiedene Wandstärke	= 1¾ u. 2½^{mm}
	Länge zwischen den Röhrenplatten	= 3^{m},461

Heizfläche:	des Feuerkastens	= $3\square^{m},90$
	der Röhren	= $44\square^{m},50$
	Totale	= $48\square^{m},20$
Kessel:	Länge des Feuerkastens	= $1^{m},20$
	Breite desselben	= $1^{m},030$
	Innerer Durchmesser des grossen Rings der Cylinder	= $0^{m},996$
	Blechstärke	= 8^{mm}
	Desgleichen des Feuerkastens	= 9^{mm}
	Höhe der Kesselachse von Schienenoberkante	= $1^{m},525$
	Desgleichen vom Feuerkastenrahmen bis Schiene	= $0^{m},625$
	Aeussere Länge des Rauchkastens	= $0^{m},746$
	Desgleichen Durchmesser desselben	= $0^{m},575$
	Wasserinhalt bei 10^{cm} über Feuerbüchse	= $1^{cbm},756$
	Durchmesser der Ventile	= 100^{mm}
	Innerer Durchmesser des Schornsteins	= $0^{m},290$
Rahmen:	Innerer Abstand der Längenrahmen	= $1^{m},228$
	Blechstärke	= 16^{mm}
	Totale Länge	= $7^{m},840$
Räder:	Durchmesser der Lauffläche von Mittel- u. Hinterrädern	= $1^{m},300$
	Desgleichen von deren Felgenkranz	= $1^{m},210$
	Durchmesser der Lauffläche von Vorderrädern	= $0^{m},935$
	Desgleichen von deren Felgenkranz	= $0^{m},845$
	Radstand, vorn und mitten	= $1^{m},300$
	Desgleichen mitten und hinten	= $1^{m},380$
	Desgleichen im Ganzen	= $2^{m},700$
	Abstand zwischen den Bandagen	= $1^{m},360$
	Desgleichen von Mitte zu Mitte der Achsschenkel	= $1^{m},130$
	Durchmesser derselben	= 130^{mm}
	Länge derselben	= 230^{mm}
	Durchmesser der Krummzapfen von Triebrädern	= 85^{mm}
	Länge	= 80^{mm}
	Durchmesser der Kuppelzapfen am dicken Ende	= 75^{mm}
	Länge	= 60^{mm}
	Durchmesser am kleinen Ende	= 60^{mm}
	Länge	= 60^{mm}
	Durchmesser des Excenterzapfen	= 50^{mm}
Federn:	9 Blätter	= 75×10^{mm}
	Länge	= 742^{mm}
	Pfeilhöhe	= 50^{mm}
Cylinder:	Durchmesser	= 300^{mm}
	Kolbenhub	= 460^{mm}
Triebwerk:	Länge der Triebstange	= $1^{m},305$
	Länge der Excenterstange	= $0^{m},950$
	Von Achse zu Achse der Cylinder	= $1^{m},810$
	Desgleichen der Schieberstange	= $2^{m},176$
	Desgleichen der Kuppelstange	= $1^{m},964$
	Voreilungswinkel	= 15°
	Hub des Excenters	= 50^{mm}

Triebwerk:	Längster Schieberlauf	= 72,5^{mm}
	Innere Bedeckung auf jeder Seite	= 1^{mm}
	Aeussere desgleichen	= 17^{mm}
	Einlassöffnung	= 200×28^{mm}
	Austrittöffnung	= 200×50^{mm}
Gewicht:	Maschine leer	= 17,500 Klgr.
	Desgleichen beladen	= 22,370 -
	Wasserkasteninhalt	= 2^{cbm},564
	Kohlenkasteninhalt	= 1^{cbm},346

Die Gesellschaft von Fives-Lille baut Tenderlocomotiven mit drei gekuppelten Achsen, von 12, 24 und 36 Tonnen Totalgewicht im Dienst. Die Maschinen sind genau nach dem Princip der grossen französischen Locomotiven, mit drei gekuppelten Achsen, von Cail construirt, nur im kleineren Maassstab ausgeführt. Die Räder dieser Locomotive haben, je nach der Verwendung der Maschine, verschiedene Durchmesser.

Die in Fig. 3, 4 und 4^{a} auf Tafel XXI abgebildete Locomotive ist für die Eisenbahn von Lagny, von 1^{m} Spurweite, gebaut worden.

Die Bandagen der Mittelachsen sind glatt und (ohne Spurkränze) abgedreht, was das Befahren starker Curven bedeutend erleichtert.

Die Locomotiven sind mit Gegendampfbremsen versehen. Die Kessel werden mittelst Friedmann'scher Injectoren gespeist.

Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 20 Kilometer pro Stunde reicht das in den Seitenbehältern enthaltene Wasserquantum von 1,6 Cubikm. auf 1$^{1}/_{2}$ Stunden und die im Vorrathsraum befindlichen 300 Kilogr. Kohlen auf 2$^{1}/_{2}$ Stunden aus.

Die Hauptdimensionen dieser Locomotive sind wie folgt:

Triebwerk	Cylinderdurchmesser	= 250^{mm}
	Kolbenhub	= 360^{mm}
	Entfernung zwischen den Cylindermitten	= 1^{m},390
	Länge der Triebstange	= 1^{m},755
	Entfernung zwischen den Coulissenmitten	= 1^{m},660
	Länge der Excenterstangen	= 1^{m},405
	Räderdurchmesser	= 0^{m},800
	Radstand	= 1^{m},720
	Länge des Rostes	= 0^{m},956
	Breite desselben	= 0^{m},660
	Rostfläche	= 0^{m},640
Kessel	Länge der äusseren Feuerbüchse	= 1^{m},100
	Breite derselben	= 0^{m},810
	Länge des Kesselkörpers	= 2^{m},290
	Mittlerer Durchmesser des Kessels	= 0^{m},880
	Blechstärke	= 10^{mm}
	Wasserinhalt	= 1^{cbm},150
	Dampfinhalt	= 0^{cbm},530
	Höhe der Kesselachse über Schienenoberkante	= 1^{m},25
	Effectiver Dampfdruck	= 8$^{1}/_{2}$ Atm.
	Länge der Siederöhren	= 2^{m},36
	Anzahl derselben	= 81
	Aeusserer Durchmesser	= 45^{mm}

Durchmesser des Kamins (oben und unten)	=	250^{mm}
Höhe des Kamins über Schienenoberkante	=	3^{m},00
Länge der Locomotive ohne Buffer	=	5^{m},543
Heizfläche der Feuerbüchse	=	3□^{m},60
Heizfläche an den Siederöhren (aussen)	=	27□^{m},00
Totale Heizfläche	=	30□^{m},60
Gewicht der leeren Maschine	=	10,5 Tonnen
Gewicht im Dienst	=	13,5 -
Zugkraft	=	2300 Kilogr.

Bei Schneider in Creusot baut man sechs- und vierrädrige Locomotiven für alle Spurweiten. Von den ersteren führen wir die von 27 Tonnen (normale Spurweite), und von den anderen die von 14 Tonnen (Spurweite 1^{m}) Gewicht im Dienste an. Diese Typen haben folgende Dimensionen:

		Spurweite = 1^{m},435	Spurweite = 1^{m}
Rostfläche	=	0□^{m},73	0□^{m},595
Heizfläche der Feuerbüchse	=	4□^{m},83	3□^{m},000
Desgleichen an den Röhren	=	55□^{m},66	26□^{m},000
Totale Heizfläche	=	61□^{m},22	29□^{m},595
Cylinderdurchmesser	=	0^{m},350	0^{m},280
Kolbenhub	=	0^{m},440	0^{m},400
Durchmesser der Räder	=	1^{m},000	0^{m},800
Gewicht der leeren Locomotive	=	21 Tonnen	11 Tonnen
Gewicht im Dienste	=	27 -	14 -
Effective Dampfspannung	=	9 Atmosphären.	

Eine Locomotive von Creusot für 0^{m},8 Spurweite ist Fig. 7—9 auf Taf. XXV abgebildet. Die Hauptdimensionen und Gewichte sind wie folgt:

Feuerbüchse:	Länge des Rostes	=	0^{m},616
	Breite desselben	=	0^{m},486
	Rostfläche	=	0□^{m},300
	Lichte Höhe der Feuerbüchsendecke über dem Rost	=	0^{m},920
	Aeussere Länge der Feuerbüchse	=	0^{m},760
	Aeussere Breite derselben	=	0^{m},630
Kessel:	Aeusserster Durchmesser des Kessels	=	0^{m},760
	Länge des Kesselkörpers	=	1^{m},700
	Höhe der Achse über Schienenoberkante	=	1^{m},150
	Anzahl der Siederöhren	=	73
	Länge derselben zwischen den Wänden	=	1^{m},780
	Innerer Durchmesser derselben	=	35^{mm}
	Heizfläche in den Röhren	=	14□^{m},326
	Desgleichen in der Feuerbüchse	=	2□^{m},174
	Totale Heizfläche	=	16□^{m},50
	Wasserinhalt bei 0^{m},1 Wasser über der Decke	=	0^{cbm},730
	Dampfinhalt desgleichen	=	0^{cbm},270
	Totalinhalt des Kessels	=	1^{cbm},000
	Effectiver Dampfdruck	=	9 Atm.
	Höhe des Kamins über Schienenoberkante	=	0^{m},961
	Innerer Durchmesser des Kamins	=	0^{m},205

Entfernung zwischen den Cylindermitten	= $1^{m},150$
Cylinderdurchmesser	= $0^{m},204$
Kolbenhub	= $0^{m},360$
Länge der Kurbelstange	= $1^{m},200$
Zwischen den Aussenseiten der Rahmen	= $0^{m},706$
Dicke der Rahmen	= 16^{mm}
Räderdurchmesser	= $0^{m},760$
Radstand	= $1^{m},250$
Entfernung zwischen den Bandagen	= $0^{m},750$
Inhalt der Wassergefässe	= $0^{cbm},700$
Desgleichen der Kohlengefässe	= $0^{cbm},305$
Gewicht der leeren Maschine	= 5210 Kilogr.
Belastung der Vorderachse im Dienst	= 3275 -
Desgleichen der Hinterachse	= 3335 -
Totalgewicht derselben	= 6610 -

Eine von G. G. Peteau in Passy bei Paris construirte leichte vierrädrige Tenderlocomotive von 8 Tonnen für normalspurige Secundärbahnen und Rangirdienst ist in Fig. 1—3 auf Tafel XIX dargestellt.

Die Hauptdimensionen und Gewichte sind folgende:

Cylinderdurchmesser	= 276^{mm}
Kolbenhub	= 360^{mm}
Raddurchmeser	= 760^{mm}
Radstand	= $1^{m},550$
Heizfläche	= $20\square^{m}$
Dampfdruck	= 8 Atmosph.
Gewicht der leeren Maschine	= 8 Tonnen
Gewicht der dienstfähigen Maschine	= 10 -
Zugwirkung am Umfang der Räder	= 1300 Kilogr.
Adhäsion der beladenen Maschine	= 1730 -
Ganze Länge der Maschine	= $5^{m},580$
Maximalbreite der Maschine	= $2^{m},300$

Das Etablissement Corpet (früher Anjubault) in Paris liefert als Specialität Locomotiven für secundäre Bahnen. Eine von diesen Locomotiven mit drei Achsen, wovon die beiden vor der Feuerbüchse liegenden gekuppelt sind, ist in Fig. 10—12 auf Tafel XXV abgebildet. Dieselbe ist für $1^{m},07$ Spurweite bestimmt und wiegt leer 19000 Kilogr. und im Dienst 23800 Kilogr., hat 340^{mm} Cylinderdurchmesser und 500^{mm} Kolbenhub; die Federn befinden sich unter den Achsen, um über den Achsen Raum für Kessel etc. zu gewinnen. Die zweite Gattung vierrädriger Maschinen ist ähnlich der von Creusot construirt und besitzt ausser den aussen liegenden Wasserkästen noch einen zwischen den Rahmen unter dem Kessel.

Die Hauptdimensionen der Tenderlocomotive, welche von der Firma Gouin für secundäre Bahnen gebaut werden, sind wie folgt:

	Sechsrädrige Locomotive:	Vierrädrige Locomotive:
Rostfläche	= $0\square^{m},870$	$0\square^{m},613$
Heizfläche	= $56\square^{m},730$	$29\square^{m},3$
Durchmesser der Cylinder	= $0^{m},400$	$0^{m},300$
Kolbenhub	= $0^{m},500$	$0^{m},500$

		Sechsrädrige Locomotive:	Vierrädrige Locomotive;
Inhalt der Wasserkästen	=	$3^{cbm},5$	$1^{cbm},8$
Inhalt der Kohlenkästen	=	$1^{cbm},3$	$0^{cbm},5$
Gewicht der leeren Maschine	=	19,6 — 20,3 Tonnen	15,0 — 15,6 Tonnen
Desgleichen im Dienst	=	21,1 — 26,8 Tonnen	18,4 — 19,0 Tonnen.

Die effective Dampfspannung beträgt 9 Atmosphären. Sämmtliche Räder sind gekuppelt.

Von den vielen englischen Fabriken, welche die Fabrikation von Locomotiven für secundäre Bahnen zu ihrer Specialität gewählt haben, führen wir die Firma Fletcher, Jennings & Co. in Whitehaven an.

Diese Firma baut vierrädrige Locomotiven mit innen liegenden Rahmen, zwischen welchen sich die Steuerung befindet. Letztere wird von der Vorderachse getrieben, damit die Hinterachse, behufs gleichmässiger Belastung, beliebig verschoben werden kann. Die Feuerbüchse trägt einen Dom. Der Wasserkasten kann sattelförmig angebracht werden. Locomotiven mit drei Achsen, wovon zwei gekuppelt sind, und solche mit drei gekuppelten Achsen, werden in ähnlicher Art gebaut. Die Fabrik besitzt Modelle für alle Spurweiten und in allen Grössen.

Fig. 5 und 6 auf Tafel XXI stellt eine vierrädrige Tenderlocomotive von Hughes in Loughborough vor, welche für normale Spurweite gebaut ist und folgende Hauptdimensionen besitzt:

Cylinderdurchmesser	=	$0^{m},216$
Kolbenhub	=	$0^{m},386$
Entfernung zwischen den Cylindermitten	=	$1^{m},83$
Länge der Triebstange	=	$1^{m},32$
Durchmesser der Räder	=	$0^{m},760$
Radstand	=	$1^{m},370$
Länge des Rostes	=	$0^{m},563$
Breite desselben	=	$0^{m},830$
Rostfläche	=	$0\square^{m},460$
Länge der äusseren Feuerbüchse	=	$0^{m},70$
Länge des Kesselkörpers	=	$2^{m},03$
Mittlerer Kesseldurchmesser	=	$0^{m},84$
Blechdicke	=	9^{mm}
Höhe der Kesselachse über Schienenoberkante	=	$1^{m},16$
Effective Dampfspannung	=	10 Atmosph.
Länge der Siederöhren	=	$2^{m},16$
Anzahl derselben	=	58
Aeusserer Durchmesser derselben	=	48^{mm}
Durchmesser des Kamins	=	$0^{m},220$
Höhe des Kamins über Schienenoberkante	=	$2^{m},740$
Heizfläche in der Feuerkiste	=	$2\square^{m},70$
Heizfläche an den Röhren (aussen)	=	$18\square^{m},50$
Totale Heizfläche	=	$21\square^{m},20$
Gewicht der Locomotive leer	=	8,500 Tonnen
Gewicht im Dienst	=	11,000 -
Zugkraft	=	2340 Kilogr.

Die Rahmen liegen zwischen den Rädern, der Wasserkasten ist sattelförmig über dem Kessel angebracht.

Die Fabrik Fox, Walker & Co. in Bristol lieferte die in Fig. 9 u. 10 auf Tafel XXI dargestellte Tenderlocomotiven der proj. Ebensee-Ischlbahn. Diese Bahn hat $1^m,10$ Spurweite, die Locomotive hat drei Achsen, wovon nur die beiden hinteren gekuppelt sind. Die Vorderachse ist eine Laufachse und besitzt Adams'sche Achsenbüchsen, so dass sie sich in einem Kreisbogen verschieben kann.

Die Feuerbüchse ist oben cylindrisch und der Kessel trägt einen Dom, auf welchem die Sicherheitsventile angebracht sind. Die Cylinder haben eine geneigte Lage. Die Maschine ist mit einer Gegendampfbremse versehen, und die Steuerung wird mittelst Schraube gestellt, welche sich aber vorn über der Steuerung befindet und vom Führerstande ähnlich wie eine Bremsstange gedreht wird. Der Wasservorrath ist in Seitenkästen angebracht.

Die Hauptdimensionen und Gewichte dieser Locomotive sind:

Cylinderdurchmesser	= $0^m,254$
Kolbenhub	= $0^m,457$
Durchmesser der Triebräder	= $0^m,920$
Entfernung der Triebradachsen	= $1^m,830$
Entfernung von Mittelachse bis Vorderachse	= $1^m,520$
Aeusserer Radstand	= $3^m,350$
Rostfläche	= $0\square^m,687$
Mittlerer Kesseldurchmesser	= $0^m,900$
Blechdicke	= 11^{mm}
Höhe der Kesselmitte über Schienenoberkante	= $1^m,450$
Effective Dampfspannung	= 8 Atmosph.
Länge der Sideröhren	= $2^m,490$
Anzahl derselben	= 96
Aeusserer Durchmesser	= 45^{mm}
Länge der Locomotive ohne Buffer (ca.)	= $5^m,95$
Heizfläche in der Feuerbüchse	= $4\square^m,38$
Heizfläche an den Röhren (aussen)	= $33\square^m,75$
Totale Heizfläche	= $38\square^m,13$
Gewicht der leeren Maschine	= 14,75 Tonn.
Gewicht im Dienst	= 18,5 -
Adhäsionsgewicht	= 12,5 -
Zugkraft	= 2600 Kilogr.

Die Staatsbahnen von Britisch-Indien, welche mit 1^m Spurweite angelegt sind, haben dreiachsige Locomotiven mit besonderen Tendern[9]; dieselben sind mit Einbuffersystem und Selbstkuppelung construirt und die beiden Kuppelachsen befinden sich vor der Feuerbüchse, während die Laufachse hinter derselben liegt. Die Cylinder und die Räder liegen ausserhalb, die Steuerung zwischen den Rahmen. Gebaut wurden diese Maschinen von der Vulcan-Foundry Co. in Newton-le-Willows, Lancashire. Die Hauptdimensionen sind:

Cylinderdurchmesser	= $11\frac{1}{2}''$ engl.
Kolbenhub	= $17''$
Radstand der Locomotive	= $11'\ 3''$

[9]) Abgebildet in The Engineer 1876, p. 255.

Radstand des Tenders	=	7′ 6″	engl.
Aeusserer Radstand	=	25″ 4″	-
Innerer Kesseldurchmesser	=	3′ 1³/₄″	-
Länge des Kessels	=	7′ 10″	-
Lichte Länge der Feuerbüchse (oben)	=	3′ 2¹/₈″	-
Desgleichen Breite	=	2′ 5¹/₄″	-
Aeusserer Durchmesser der Sederöhren	=	1⁵/₈″	-
Länge derselben	=	8′—3¹/₄″	-
Anzahl derselben	=	116	
Rostfläche	=	6,9 □′	-
Heizfläche in der Feuerbüchse	=	45,75 -	-
Aeussere Heizfläche der Röhren	=	398,5 -	-
Totale Heizfläche	=	444,25 -	-
Entfernung zwischen den Rahmen	=	2′ 9¹/₂″	-
Durchmesser des Triebrades	=	3′	-
Durchmesser der Lauf- und Tenderräder	=	2′ 1³/₈″	-
Wasserinhalt im Tender	=	800 Gallon	
Kohleninhalt desgleichen	=	64 Cubikf.	engl.

Indem jene Staatsbahnen in Britisch-Indien Hauptbahnen sind, wenngleich nur mit schmaler Spurweite, so dienen diese Locomotiven, ebensowenig wie die Norwegischen, Secundärbahnen in unserm Sinne des Wortes.

Die Norwegischen schmalspurigen Bahnen (3′ 6″ engl. Spurweite) haben vier Classen Locomotiven, grösstentheils von Beyer, Peacock & Comp. in Manchester geliefert.

I. und II. Classe: Triebachse vor der Feuerbüchse, Kuppelachse hinter der Feuerbüchse, dritte Achse, als Laufachse, am Bisseldrehgestell (in der Art von Fig. 6 bis 8 auf Tafel XIX).

Hauptangaben (engl. Maass):

		I. Classe.	II. Classe.
Cylinderhub	=	9″ (240mm)	11″ (278mm)
Kolbenhub	=	15″ (380mm)	18″ (458mm)
Heizfläche in der Feuerbüchse	=	29□′	40□′
Desgleichen an den Sederöhren	=	240 -	376 -
Totale Heizfläche	=	269 -	415 -
Rostfläche	=	4,9 -	7,3 -
Durchmesser des Tenderrades	=	3′ 9″ (1m,143)	3′ 9″ (1m,143)
Gewicht der leeren Maschine	=	8,9 Tonnen	14,8 Tonnen
Gewicht im Dienst	=	10,6 -	17 -
Adhäsionsgewicht	=	8,0 -	12,85 -
Inhalt des Wasserbehälters	=	34,9 Cubikf.	49,1 Cubikf.
Desgleichen des Kohlenbehälters	=	3,9 Ctnr.	11,5 Ctnr.

Als III. Classe fahren auf den Norwegischen Schmalspurbahnen Locomotiven mit zwei gekuppelten Achsen und zwei Laufachsen am Drehgestell, nach System Adams, welche folgende Hauptdimensionen haben:

Cylinderdurchmesser	=	11″ engl.	(278mm)
Kolbenhub	=	18″ -	(458mm)
Durchmesser der Triebräder	=	3′ 9″ -	(1m,143)
Gewicht der leeren Locomotive	=	15,8 Tonnen	

Gewicht im Dienst . . . . = 19,16 Tonnen
Adhäsionsgewicht. = 11,3 -
Inhalt der Wasserbehälter . . . . = 67 Cubikfuss
Inhalt der Kohlenbehälter . . . . = 10,7 Ctnr.

Die IV. Classe begreift nur Güterlocomotiven mit drei gekuppelten Achsen, für welche die folgenden Angaben gelten:

Cylinderdurchmesser . . . . = 14″ engl. (356mm)
Kolbenhub. . . . . = 18″ - (458mm)
Durchmesser der Triebräder . . . . = 3′ - (915mm)
Gewicht der leeren Locomotive. . . . . = 15,65 Tons
Gewicht im Dienst. . . . . = 19,85 -
Inhalt der Wasserbehälter . . . . = 72 Cubikfuss
Inhalt der Kohlenbehälter . . . . = 12 Ctnr.

Die bekannte Festiniog-Bahn von $23^1/_2$″ engl. Spurweite, welche seit dem Uebergang zum Locomotivbetrieb kleine vierrädrige Tenderlocomotiven benutzte, versuchte späterhin die Fairlie-Locomotiven, als sich das Bedürfniss leistungsfähigerer Maschinen herausgestellt hatte.

Die vierrädrigen Locomotiven (Fig. 1—6 auf Tafel XXV) haben Cylinder von $8^1/_4$″ Durchmesser und 12″ Hub, und ihr Radstand beträgt 4′ 6″ bis 5′. Das Gewicht im Dienst beträgt 10 Tonnen. Ihren Bedarf an Wasser tragen diese Locomotiven in einem über dem Kessel liegenden Sattelgefässe. Der höchste Dampfdruck beträgt 160 Pfund. Eine solche Locomotive zog ca. 74 Tons Bruttogewicht (Maschine inbegriffen) auf einer Steigung von 1 : 85 mit 5 engl. Meilen Geschwindigkeit, bei einem mittleren Kesseldruck von 150 Pfund.

Die Fairlie-Locomotive »The little Wonder« gab anfangs ausgezeichnete Erfolge, scheint sich aber für die Dauer nicht bewährt zu haben. Der Doppelkessel mit der gemeinschaftlichen Feuerbüchse in der Mitte, wurde auf jeder Seite durch ein Drehgestell mit vier gekuppelten Rädern und je zwei Paar Cylinder getrieben. Der ganze Radstand beträgt 19′ 1″; der Radstand bei jedem Drehgestell 5′, und die Drehgestelle sind von Mitte zu Mitte 14′ 1″ von einander gestellt. Die vier Cylinder haben je $8^3/_{16}$″ Durchmesser und 13″ Hub. Der Raddurchmesser beträgt 2′ 4″, die Rostfläche hat einen Flächeninhalt von 11□′ und die Heizfläche einen solchen von 730□′.

C. Locomotiven von aussergewöhnlicher Bauart für secundäre Bahnen.

Wenn es in vielen Fällen wünschenswerth erscheint, längere Züge bilden zu können, ohne den Oberbau viel zu belasten, was nur durch Vermehrung der Anzahl gekuppelter Achsen sich erzielen lässt, so findet dieses Princip seine Grenze in der, für secundäre Eisenbahnen besonders bedingten Einfachheit, Festigkeit und Billigkeit. Alle für diesen Zweck bis jetzt gemachten Versuche haben noch keinen dauernden Erfolg erzielt.

Die Fairlie-Doppelmaschine mit symmetrischen Motorgestellen ist bereits versuchsweise auf 47 verschiedenen, meist secundären Eisenbahnen in Benutzung genommen und die damit erzielten Resultate haben verschiedene jener Bahnen zu ausgedehnterer Anwendung der genannten Maschine veranlasst.

Diese Erfahrung bestätigt nicht die anfangs und auch jetzt noch vielfach gehegten Befürchtungen, dass der complicirte Mechanismus der Fairlie-Locomotiven die Einfachheit und Regelmässigkeit des Betriebes beeinträchtigen würde, während

sie auf der andern Seite darthut, dass die Fairlie-Maschine das Princip guter Tenderlocomotiven — volle Adhäsion neben freier Curvenbeweglichkeit, grosses Dampfbildungsvermögen und eine geringe, ganz gleiche Achsenbelastung — vollkommen erfüllt.

Zu den mit Fairlie-Maschinen betriebenen Bahnen gehören unter andern: 5 Bahnen in Grossbritannien, 3 in Russland, 2 in Schweden, 9 in den Vereinigten Staaten von Amerika, 6 in Canada, 5 in Neuseeland, 7 in Peru, die Staatsbahnen in Schweden, Grand Luxemburgbahn in Belgien, La Vendéebahn in Frankreich, Porto à Poroa de Varzimbahn in Portugal, ausserdem Bahnen in Mexico, Brasilien etc.

Eine auf einer normalspurigen Bahn in Schweden benutzte Fairlie-Locomotive ist durch Fig. 1—4 auf Tafel XXVI dargestellt und zeigt deren Construction. Die Röhrenleitung *a b c d* führt den Dampf den Cylindern zu; derselbe entweicht in den Schornstein durch die Leitung *e f g*. Jede dieser Leitungen ist mit einem Zwischenrohr versehen und dient das mit *c* bezeichnete für die Dampfzuführung, und das auf der Zeichnung mit *f* bezeichnete für die Abführung des Dampfes. Damit sich die Dampfleitung allen Bewegungen der Drehgestelle anpassen kann, sind beide Zwischenrohre an ihren Enden mit Kugelgelenken versehen. Die Kuppelungen der Maschine sind an die Traversen *t, t* befestigt.

Die beiden Centra der Drehgestelle sind durch einen besonderen steifen Kuppelungsrahmen, welcher den Dampfkessel und die Wasser- und Kohlenbehälter trägt, mit einander verbunden und zwar vermittelst grosser, stehender Zapfen, welche auf der Zeichnung mit *o, o* bezeichnet sind. Dieser Tragrahmen bildet daher, beim Durchfahren einer Curve, eine durch die Centra der Drehgestelle gelegte Sehne des Kreisbogens, während jedes der articulirten Motorgestelle sich so zwischen die Schienenstränge einstellen kann, als ob es unabhängig von andern allein laufen würde.

Um den Einfluss, welchen der erwähnte Kuppelungsrahmen auf den Maschinengang in scharfen Curven ausübt, bestimmen zu können, denke man sich vorerst eine einfache, den Bogen rasch durchlaufende Tenderlocomotive, welche im Beharrungsvermögen besonders das Bestreben hat, in der Richtung der Tangente an dem Kreis geradlinig fortzuschreiten. Wenn nun bei einer gewissen Grösse der Fahrgeschwindigkeit die Centrifugalkraft gleich gross wie die, durch die Adhäsion bedingte Zugkraft der Maschine ist, so hat letztere die Tendenz, die Curvenbahn mit einer Kraft zu verlassen, deren Richtungslinie den durch die beiden Seitenkräfte gebildeten Winkel halbirt. Werden aber die Centra zweier solcher Maschinen, wie bei der Fairlie-Locomotive, mittelst eines Kuppelungsrahmens verbunden, und arbeiten ferner beide Motorgruppen mit gleich grossen Zugkräften, welche zusammen die Zugwiderstände bewältigen, so werden durch den innerhalb der Curve liegenden Verbindungsrahmen beide Maschinengestelle beständig vom äusseren Schienenstrange abgezogen, und ist hierin die geringe Curvenreibung und Bandagenabnutzung der Fairlie-Maschine begründet.

Die Fairlie-Maschinen sind oftmals mit zwei zusammengekuppelten Tenderlocomotiven verglichen und ihnen, mit entschiedenem Unrecht, in den Leistungen gleichgestellt, denn ausser der erwähnten Curvenbeweglichkeit und des grossen Dampfentwickelungsvermögens arbeitet die Fairlie-Doppelmaschine mit absolut gleicher Kraft, da beide Motoren von demselben Kessel gespeist werden, und ist solche Gleichheit der Arbeitsleistung von zwei getrennt bedienten Tendermaschinen nicht zu erreichen. Auch haben zwei Tendermaschinen den ökonomischen Nachtheil, dass sie doppeltes Bedienungspersonal erfordern, während zur Bedienung der Fairlie-Doppelmaschine einfaches Personal genügt.

Fairlie betont ferner, dass der longitudinale Schwerpunkt seiner Maschine in der Duplex-Feuerbüchse liegt, d. h. im Centrum der Maschine oder genau in der Mitte der Sehne, welche Tragrahmen und Generator in einer Curve bilden und deren Pfeilhöhe gewissermaassen den Sicherheitsmodul während der Curvenfahrt ausdrückt. Je stärker die Bahnkrümmung ist, desto länger wird dieser Pfeil und desto mehr wird der Maschinenschwerpunkt vom Bogen ab gegen den Mittelpunkt des Kreisbogens gerückt. Dieser Vorgang wird in drastischer Weise durch eine vollständige Kreisbahn illustrirt, in welche der Kuppelungsrahmen als Durchmesser gelegt ist (mit der Feuerbüchse im Mittelpunkt), während die beidseitigen Motorgestelle auf der Kreisperipherie die Centralbewegung ausführen. Die sich balancirenden Drehgestelle rotiren hierbei wie die Schwungkugeln eines Watt'schen Regulators, und so lange sie durch den Kuppelungsrahmen verbunden bleiben, muss bei jeder Rotationsgeschwindigkeit die Centralbewegung ungestört von statten gehen.

Folgendes sind die Constructionsverhältnisse einiger im Betriebe stehender Fairlie-Maschinen:

Name der Bahn und Spurweite.	Cylinder			Räder		Totale wasserberührte Heizfläche	Wasservorrath	Kohlenvorrath	Gewicht im Dienst	Tangentiale Zugkraft
	Anzahl	Durchmesser	Hublänge	Anzahl	Durchmesser					
		Meter.	Meter.		Meter.	□Meter.	Liter.	Kilogr.	Tonn	Kilogr.
Festiniogbahn, (Wales) 0m,507	4	0,208	0,330	8	0,712	67,8	3,635	1,016	19,5	2,810
Patillosbahn, (Peru) 0m,762	4	0,254	0,458	8	0,990	77	3,635	800	26	4,180
Dunedin und Port Chalmersbahn, (Neu-Seeland) 1m,067	4	0,254	0,458	8	1,144	77	3,635	860	26	3,620
Livnybahn, (Russland) 1m,067	4	0,336	0,458	12	0,990	123	5,680	2,000	46	7,340
Toronto, Grey und Brucebahn, (Canada) 1m,067	4	0,292	0,458	12	0,990	89,3	6,360	1,500	34	5,530
Mexicanische Bahn, (Vera-Cruz-Mexico) 1m,435	4	0,381	0,560	12	1,067	156,7	10,000	2,000	59	10,690
Iquiquebahn, (Peru) 1m,435	4	0,381	0,560	12	1,067	156,7	10,000	2,000	59	10,690
Bolivarbahn, (Venezuela) 0m,915	4	0,337	0,458	12	0,990	123	6,588	1,500	45	7,350
Nassjö und Oscarshamnbahn, (Schweden) 1m,435	4	0,254	0,458	8	1,067	77,3	3,180	1,016	28	4,000
Burry Port und Gwendreathbahn, (Wales) 1m,435	4	0,254	0,458	8	1,067	77,3	3,180	1,016	28	4,000
Grand Luxembourgbahn, (Belgien) 1m,435	4	0,381	0,560	12	1,067	156,7	10,000	1,524	59	10,690
Tamboff-Saratoffbahn, (Russland) 1m,524	4	0,381	0,508	12	1,067	151	8,178	2,000	56	9,700
Grosse Süd-Westbahn, (Irland) . 1m,600	2	0,381	0,508	8	{1,714 0,890	68,5	3,635	1,524	35,8	3,020
Porto á Povoa de Varzimbahn, (Portugal) 0m,900	4	0,254	0,458	8	0,990	79	3,635	1,016	28	4,180

Die Grösse der tangentialen Zugkräfte ist nach Formel $\frac{d^2 l p}{D}$ berechnet, wobei die mittlere, effective Cylinderdampfspannung (p) zu 7 Kilogr. angenommen ist.

Schliesslich geben wir in Folgendem einige Erfahrungsresultate über die Fairlie-Maschine, welche den Berichten der betreffenden Verwaltungen entnommen sind.

1. Festiniogbahn, (Wales). Spurweite 0m,597. Maximalsteigung 12,5 ‰. Minimalcurvenradius 35 Meter. Die erste Fairlie-Maschine für diese Bahn wurde im Jahre 1869 beschafft, gegenwärtig verkehren daselbst zwei Maschinen dieses Systems von je 19,5 und 21 Tonnen Gewicht im dienstfähigen Zustande. Nach den Angaben des

Betriebsdirectors, C. E. Spooner, ergiebt sich bei der Fairlie-Maschine ein Kohlenverbrauch von 0,28 Kilogr. pro Tonnenkilometer; bei den gewöhnlichen zweiachsigen Locomotiven der Festiniogbahn dagegen ein solcher von 0,357 Kilogr. Die Doppelmaschinen würden demnach mit einer Kohlenersparniss von durchschnittlich circa 22% gegenüber den anderen Maschinen arbeiten. Die Reparaturkosten einer Fairlie-Maschine sind nach derselben Quelle kleiner, als die von zwei vierrädrigen Maschinen von zusammen der gleichen Zugkraft.

2. Kaiserl. Livny Schmalspurbahn, (Russland). Spurweite 1^m,067. Maximalsteigung 12,5 ‰. Minimal-Curvenradius 200^m. Auf dieser Bahn verkehren 5 Fairlie-Maschinen von je 35 Tonn. Leergewicht und 46 Tonn. ausgerüstet. Nach dem Bericht des Directionssecretärs, Ladislas de Klupffel, beträgt das Gewicht der schweren Güterzüge 350 Tonnen in 50 Wagen (wovon 242 Tonnen Nutzlast) und diese Last wird von einer Fairlie-Maschine mit 16 Klm. Geschwindigkeit pro Stunde und einem kilometrischen Consum von 1,9 Cbkf. Brennholz bewältigt. Bei Erprobung der Maximalzugkraft der Fairlie-Maschine beförderte dieselbe auf der 8 Kilom. langen Rampe von 12,5 ‰ mit 16 Kilom. Fahrgeschwindigkeit 410 Tonnen Brutto in 61 Wagen, welche, exclusive Maschine, eine Zuglänge von 273 Meter ausmachten. (Es ist dies ohne Zweifel die grösste dynamische Arbeit, welche jemals von einem einzigen Motor auf schmalspuriger Bahn ausgeübt worden ist. Dieser Leistung entsprechen 500 Pferdekräfte und bei mittlerem Dienstgewicht resultirt ein Adhäsionscoëfficient von ca. $^1/_5$.)

3. Mexicanische Bahn, (Vera Cruz-Mexico). Spurweite 1^m,435. Maximalsteigung 40 ‰. Minimal-Curvenradius 100^m. Der regelmässige Betrieb dieser äusserst schwierigen Gebirgsbahn, welche eine 21 Kilom. lange Rampe von 40 ‰ (stellenweise 45 ‰) Steigungen in Curven von 100^m Radius aufweist, geschieht zur Zeit mittelst 25 Fairlie-Maschinen von 59—62 Tonnen Maximalgewicht, entsprechend ca. 50 Tonnen Adhäsionsgewicht bei leeren Wasserkasten. Ferner werden einige gewöhnliche dreifach gekuppelte amerikanische Locomotiven verwendet, welche vollständig ausgerüstet 40 Tonnen wiegen.

Laut Rapport des Betriebsdirectors, Th. Braniff, bewältigt die Fairlie-Maschine beim ungünstigsten Schienenzustande (bei Nebelwetter) bergwärts 65 bis 70 Tonnen, bei trockenen Schienen 147 Tonnen Brutto; während die amerikanischen Maschinen nur 41 Tonnen, beziehungsweise 86 Tonnen ziehen können. Die Zugkraftkosten pro Tonnenkilometer sind bei der Fairlie-Maschine kaum halb so gross, als bei den gewöhnlichen Maschinen. Betreffend die grosse Curvenfähigkeit der Fairlie-Maschinen wird erwähnt, dass dieselben, während des Ausbaus des Tunnels, provisorische Gleise von nur 46^m Curvenradius befahren haben. Bei der Bahnunterhaltung ergab sich bei denjenigen Sectionen, wo Fairlie-Maschinen verkehrten, eine Ersparniss von 50% gegenüber den anderen, mit gewöhnlichen Locomotiven befahrenen Strecken.

4. Nassjö und Oscarshamnbahn, (Schweden). Spurweite 1^m,435. Maximalsteigung 16,66 ‰. Minimal-Curvenradius 300^m.

Die erste Fairlie-Maschine kam im Jahre 1870 auf die Bahn; seither sind vom Hause Sharp, Stewart & Co. in Manchester fünf gleiche Maschinen abgeliefert worden. Diese Maschinen von 28 Tonnen Gewicht bewältigen auf der 3,2 Kilom. langen Maximalsteigung von 16,66 ‰ ca. dreissig gewöhnliche, beladene Güterwagen. Der Bericht des Oberingenieurs Richard Gardner, verbreitet sich im Besonderen über die auffallend geringe Inanspruchnahme des Bahnoberbaues seitens der Fairlie-Maschine. Bei Schienen von nur 22,5 Kilogr. pro laufenden Meter und

in den Curven von 300^m Radius sind, trotz des bedeutenden Verkehrs, die Reparaturen der Linie kaum der Rede werth. Bei Verwendung einer dreifach gekuppelten Tendermaschine aber mussten die in Krümmungen gelegenen Schienenstränge mit einer doppelten Anzahl Nägel befestigt werden.

5. Dunedin und Port Chalmersbahn, (Neu Seeland). Spurweite 1^m,067. Maximalsteigung 18‰. Minimal-Curvenradius 150^m. Die Schmalspurbahn dient dem Personen- und Güterverkehr, und sämmtliches Rollmaterial ist nach den Plänen Fairlie's construirt worden. Der Bauunternehmer R. Oliver und Maschinenmeister G. Amos in Dunedin sprechen sich äusserst günstig über Disposition und Leistung der Maschinen aus. Probeweise beförderte eine Locomotive von 26 Tonnen Dienstgewicht mit Leichtigkeit auf 18‰ Steigung 16 Güterwagen mit ca. 100 Tonnen Nettolast, nebst 7 gefüllten Personenwagen und einem Gepäckwagen. Die 13 Kilom. lange Bahn liegt, mit Ausnahme einer kurzen Geraden von 400 Meter, in continuirlichen Curven, deren Halbmesser von 150—200 Meter variiren. Dessen ungeachtet fahren die Fairlie-Maschinen bei vollkommen ruhigem Gange mit Geschwindigkeiten von 50—56 Kilom. pro Stunde.

6. Toronto, Grey and Brucebahn, (Canada). Spurweite 1^m,067. Maximalsteigung 16,66‰. Minimal-Curvenradius 150 Meter. Die canadischen Schmalspurbahnen zeichnen sich durch grosse Oeconomie der Anlage aus. So hat thatsächlich der Bahnkilometer der Linien von Toronto nach Grey, und Bruce nach Nipissing von 1^m,067 Spurweite nur 41,000 Frcs. (excl. Betriebsmittel) gekostet. Die Fairlie-Maschinen wurden von der Avonside Engine Company in Bristol gebaut und haben, vollständig ausgerüstet, ein Gewicht von 34 Tonnen. Betreffend diese Maschinen schreibt Oberingenieur Ed. Wragge in Toronto: Die normale Belastung der Züge, welche mittelst einer Fairlie-Maschine auf Steigungen von 16,66‰ bewältigt werden, beträgt 210 Tonnen Brutto, bestehend in 15 Güterwagen und einem Gepäckwagen. Beim Schneebruch, welcher auf den canadischen Bahnen eine Rolle spielt, haben sich die Maschinen vortrefflich bewährt; Schneewehen von 1^m,5 Tiefe sind mit 32 Kilometer Geschwindigkeit durchfahren worden.

7. Porto à Povoa de Varzimbahn, (Portugal). Spurweite 0^m,900. Maximalsteigung 24‰, Minimal-Curvenradius 138 Meter. Von den 28 Kilom. Bahnlänge haben 21 Kilom. folgende Steigungsverhältnisse: 3 Kilom. = 10‰, 4 Kilom. = 15‰, 5 Kilom. = 20‰ und 9 Kilom. = 24‰. Die Länge der Curven ist 4,5 Kilom. mit folgenden Krümmungsverhältnissen: 1 Kilom. = 138—200 Met., 2 Kilom. = 200—300 Met. und 1,5 Kilom. über 300 Met. Radius. Die Schienen wiegen 20 Kilogramm pro laufenden Meter, haben eine Länge von sieben Meter und liegen auf neun Querschwellen. Der Betriebsdirector der Bahn, de Oliveira Martins in Porto, berichtet, dass die Fairlie-Maschinen im Durchschnitt je 90 Kilom. pro Tag zurücklegen. Die Züge von je 70 Tonnen Brutto, in der Regel aus sechs Personenwagen, zwei Gepäckwagen und vier Güterwagen bestehend, werden mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 25 Kilom. pro Zeitstunde und einem kilometrischen Kohlenconsum von 6,6 Kilogr. befördert. Versuchsweise hat eine Fairlie-Maschine 150 Tonnen Brutto (18 überfüllte Personenwagen und 2 Gepäckwagen) mit 20 Kilom. Geschwindigkeit bergwärts gezogen, ohne dass während dieser Leistung das Maximum der Zugkraft ausgeübt wurde. Die Maschinenreparaturkosten waren bis jetzt ganz unbedeutend, während der äusserst stabile Bau und der dadurch erzielte ruhige Gang der Maschinen den günstigsten Einfluss auf die Bahnunterhaltung ausübt.

Grosse Hoffnungen hatte man auf die Rarschaert'sche Locomotive gesetzt.

Bei der Construction dieser Maschine wird bekanntlich eine ungefähr in der Mitte des Rahmens liegende Blindachse von den Triebstangen, in gewöhnlicher Weise, in drehende Bewegung gesetzt. Die eigentlichen Achsen befinden sich an zwei Drehschemeln, zu jeder Seite der Blindachse, und sind an jedem Drehschemel für sich verkuppelt. Sie werden von der Blindachse umgedreht, indem dieselbe verkröpft ist, und ebenso die nächste Radachse an jedem Drehgestell, indem diese Achsen mittelst Bleuelstangen an Kugellagern, verbunden sind. So weit eine Lösung des schwierigen Problems der vollständigen Lenkbarkeit bei vielen Achsen möglich ist, wird dieselbe durch diese Construction erreicht. Einfach kann sie aber keinenfalls genannt werden, und nur in wenigen Fällen wird es billiger sein, solche Maschinen zu bauen und auf die Dauer zu unterhalten, als die zu starken Curven zu beseitigen. In jenen wenigen besonderen Fällen ist es dann aber auch möglich und auch räthlich, entweder eine schmale Spurweite zu wählen oder eines der bereits bewährten ausserordentlichen Bahnsysteme anzuwenden.

Zu den erfolgreichen, aussergewöhnlichen Locomotivconstructionen gehört in erster Reihe jene Locomotive, deren Construction die in unseren Grundzügen gegebenen Bedingungen der Bahnen II erfüllt und welche als zweckentsprechend erprobt ist, nämlich: die Grund'sche Schlepplocomotive. Die Construction derselben geschah in Folge der durch den hochverdienten Geh. Oberbaurath Hartwich veranlassten Preisausschreibung der Rheinischen Bahn.[10]) Wie aus der Abbildung Fig. 1 bis 10 auf Tafel XXIV zu ersehen, ist diese Construction, sowohl bei vierrädrigen Tendermaschinen, als auch bei sechsrädrigen Locomotiven mit besonderem Tender in Ausführung gekommen. Die Bewegung wird von der Triebstange auf die Trieb- und Kuppelachsen mittelst Frictionsräder übersetzt, indem sich über jeder von den zwei oder drei Achsen der Locomotive eine Art Blindachse befindet, welche eine kleine auf die Bandage gedrückte Stahlscheibe trägt. Diese oberen Achsen sind verkuppelt, und es wird jede der oberen Achsen von oben, und jede der unteren von unten mittelst einer Feder getragen. Auf diese Art wird eine langsamere Drehung der Räder bewirkt, wodurch in demselben Maasse die Zugkraft vervielfacht erscheint.

Eine ganz ähnliche Einrichtung befindet sich an dem zweiachsigen Tender, welcher ebenfalls mit zwei Cylindern versehen ist. Ein besonderer Regulator verhindert die Ueberschreitung der vorgeschriebenen Maximalgeschwindigkeit.

Die Hauptangaben dieser Locomotiven, wie sie in Mödling ausgeführt, sind wie folgt:

Vierrädrige Maschine:

Gesammte Heizfläche	38□^{m},77
Rostfläche	0 - ,56
Wasserkasteninhalt	2^{cbm},6
Kohlenraum	0 - ,81
Cylinder-Durchmesser	0^{m},29
Kolbenhub	0^{m},425
Triebrad-Durchmesser	0^{m},40
Laufrad-Durchmesser	1^{m},0
Radstand	2^{m},320

[10]) Vergl. die Preisaufgabe der Rheinischen Bahn für die beste Construction einer Locomotive für den Betrieb von Secundäreisenbahnen, mit einer Maximalgeschwindigkeit von 40 Minuten pro deutsche Meile im Organ 1872, 6. Heft.

Effective Dampfspannung	9 Atm.
Durchmesser des cylindrischen Kessels	0^m,800
Länge des Kessels	2^m835
Anzahl der Siederohre	88 Stck.
Länge derselben	2^m,820
Durchmesser derselben aussen	0^m,045
Heizfläche der Siederohre	35□^{m},87
Desgleichen der Feuerkiste	2 - ,9
Grösste Länge der Maschine	6^m,960
Grösste Breite derselben	2^m,815
Grösste Höhe derselben	3^m,500
Gewicht der leeren Maschine	17000 Klgr.
Desgleichen im Dienst	22000 -
Belastung der I. Achse	11000 -
- - II. -	11000 -
Leistung auf horizontaler Bahn	640000 -

Sechsrädrige Maschine:

Totale Heizfläche	80□^{m},26
Rostfläche	1 - ,231
Cylinder-Durchmesser	0^m,300
Kolbenhub	0^m,425
Triebrollen-Durchmesser	0^m,400
Laufrad	1^m,000
Aeusserster Radstand	2^m,800
Effective Dampfspannung	10 Atm.
Durchmesser des cylindrischen Kessels	1^m,150
Länge desselben	3^m,540
Anzahl der Siederohre	130 Stck.
Länge derselben	3^m,500
Durchmesser derselben aussen	0^m,052
Heizfläche derselben	74□^{m},16
Heizfläche der Feuerkiste	6 - ,10
Grösste Länge der Maschine	7^m,300
Grösste Breite derselben	2^m,700
Grösste Höhe derselben	4^m,136
Gewicht der Maschine	24,150 Klgr.
Gewicht derselben im Dienste	26,400 -
Gewicht der I. Achse	8,800 -
Gewicht der II. -	8,800 -
Gewicht der III. -	8,800 -

Tender:

Wasserinhalt	5^{cbm}
Brennstoffraum	3 - ,5
Cylinder-Durchmesser	0^m,240
Hub	0^m,425
Triebrollen-Durchmesser	0^m,400

Laufrad-Durchmesser	1^m,000
Gewicht voll	17,600 Klgr.
Gewicht der I. Achse	8,800 -
Gewicht der II. -	8,800 -
Radstand	1^m,800
Grösste Länge	5^m,610
Grösste Breite	2^m,650

Die theoretische Maximalzugkraft Z, welche eine der obigen ähnliche, abe[illegible] gewöhnliche dreiachsige Locomotive ausüben könnte, berechnet sich zu:

$$Z = 0,65 \cdot \frac{10 \,.\, 1,03 \,.\, \overline{30}^2 \,.\, 42,5}{100} = 2567,4 \text{ Kilogr.}$$

Auf einer Steigung von 20^{mm} könnte daher eine Bruttolast von $\frac{2567,4}{25} = 102,$[illegible] Tonnen gezogen werden. Zieht man von diesem Betrage das Locomotivgewicht mit 26,4 Tonnen und das Gewicht eines entsprechenden gewöhnlichen Tenders mit 1[illegible] Tonnen ab, so bekommt man eine Nutzleistung von 62,3 Tonnen, d. h. eine solche Locomotive würde etwa vier beladene Güterwagen à zehn Tonnen schleppen.

Bei der Grund'schen Locomotive wird sich erstens die Zahl Z im Verhältniss der Triebrollen zum Laufrad vergrössern, so dass wir für diese Locomotive erhalten:

$$Z_{,} = Z \,.\, \frac{10}{4} = 6418,5 \text{ Kilogr.}$$

Dann ist aber für den Motortender ganz ähnlich:

$$Z_{,,} = \frac{10}{4} \,.\, 0,55 \cdot \frac{10 \,.\, 1,03 \,.\, \overline{24}^2 \,.\, 42,5}{100} = 4097,3 \text{ Kilogr.}$$

Somit beträgt die ganze Zugkraft in unserem Falle:

$$Z_{,} + Z_{,,} = 10515,8 \text{ Kilogramm.}$$

Auf einer Steigung von 20^{mm} könnte daher eine Bruttolast von $\frac{10515,8}{25} = 262,9$ Tonnen geschleppt werden. Ziehen wir von diesem Betrage das Gewicht der Locomotive und des Tenders ab, so bekommen wir eine Nutzleistung von 218,9 Tonnen. Eine solche Locomotive würde unter diesen Umständen daher 14 bis 15 beladene Güterwagen à 10 Tonnen Ladung schleppen, d. h. mehr als $3\frac{1}{2}$mal so viel wie eine gewöhnliche Güterzugmaschine mit drei gekuppelten Achsen. Diese Berechnung zeigt deutlich, was man von der Grund'schen Locomotive für Schleppbahnen zu erwarten hat.

Nach der Definition der Bahnen in Abtheilung II ist diese Locomotive selbstverständlich nur für Normalspur gebaut, könnte aber ebenso gut für schmale Spur Anwendung finden.

§ 7. Wagen. — Die Construction der Wagen für secundäre Bahnen ist zwar noch nicht in dem Maasse vorgeschritten, als diejenige der Wagen für Hauptbahnen, durch die Erfahrung ist aber bereits erwiesen, dass sich bei jeder Spurweite ein vortheilhaftes Rollmaterial herstellen lässt. Die Ausnutzung des Raumes erfordert oft Einschränkungen in Bezug auf die Bequemlichkeit der Reisenden, und bei Güterwagen wird, volle Beladung und die gleiche Festigkeit vorausgesetzt, das Verhältniss der todten Last zur Nutzlast desto ungünstiger werden, je schmaler die Spur ist.

Andererseits lassen sich aber kleinere Wagen besser ausnutzen. Die geringere Geschwindigkeit erlaubt auch einen geringeren Stabilitätswinkel. Die Erfordernisse der Ueberladung zwischen Bahnen von verschiedenen Spurweiten bringen bei schmalspurigen Bahnen besondere Constructionen mit sich.

»Bahnen II: Wagen, welche bestimmt sind, auch auf Hauptbahnen überzugehen, unterliegen den für diese Bahnen bestehenden Bestimmungen.

Die nicht für die Hauptbahnen zu benutzenden Betriebsmittel sind jederzeit so zu construiren, dass sie mit den Wagen der Hauptbahnen verbunden, bewegt werden können.

Bei den nicht auf Hauptbahnen übergehenden Wagen können bewegliche Achsen mit festen Rädern, oder Achsen mit je ein oder zwei beweglichen Rädern angeordnet werden. Auch können Achsen, welche sich in der Horizontale um einen Drehpunkt bewegen und sich nach den Radien stellen, Anwendung finden.«

»Bahnen III: Es empfiehlt sich, das System der Personenwagen dem der Güterwagen nach Radstand, Breite und Höhe so anzupassen, dass deren Behandlung auf den Bahnhöfen keine Schwierigkeiten verursacht oder besondere Vorkehrungen erfordert.

Wagen mit drei Coupés und zwei Achsen oder Wagen amerikanischen Systems empfehlen sich.«

(Bemerkungen der Grundzüge.)

Bezüglich der Dimensionen solcher Wagen sind folgende Bestimmungen der Grundzüge maassgebend:

§ 62. **Breite und Höhe der Wagen.** — Bahnen I: Die Personen- und Gepäckwagen dürfen höchstens folgeude Dimensionen haben:

In den Tritten und allen vorspringenden festen Theilen von $0^m,500$ über Schienenoberkante aufwärts nicht mehr als $3^m,150$. Zwischen den äusseren Kastenwänden, sofern die Wagen Thüren an den Längsseiten haben, welche nicht nischenartig eingebaut sind, nicht mehr als $2^m,620$.

Sind keine oder nur nischenartig eingebaute Thüren an den Längsseiten angebracht, so ist die Breite zwischen den äusseren Kastenwänden bis $2^m,900$, und sofern weiter vorspringende Theile vermieden und die beweglichen Fenster an den Längsseiten so eingerichtet sind, dass ein Hinausstecken des Kopfes nicht möglich ist, bis höchstens $3^m,150$ zulässig.

Güterwagen dürfen, mit Einschluss der Schiebethüren, Tritte und vorspringenden Theile, bis zur Höhe von $1^m,300$ über den Schienen, im belasteten Zustande gemessen, die Breite von $2^m,900$ nicht überschreiten.

Im Uebrigen müssen die Abmessungen der unteren Theile gegen das Normalprofil des lichten Raumes einen Spielraum von mindestens 50^{mm} gewähren. In grösserer Höhe als $1^m,300$ dürfen die vorspringenden Theile die Breite von 3^m nicht überschreiten.

Für Wagen, welche für den ausschliesslichen Betrieb specieller Strecken bestimmt sind, sind Abweichungen zulässig. Bei Wagen, auf welchen sich ein Aufbau befindet, darf dieser in seinem höchsten Punkte nicht mehr als $4^m,570$ über den Schienen hoch sein.

Der Tritt des Schaffnersitzes darf nicht höher als $2^m,850$ über den Schienen hoch sein. Die tiefsten Punkte der Wagenconstructionstheile sollen mindestens 130^{mm} über Oberkante der Schienen liegen.

Bahnen II: Für Abtheilung 1 wie vorstehend ad I.

Für Abtheilung 2 wird die grösste Breite und Höhe der Wagen nach Maassgabe der Localitäten festgestellt, welche die Bahn berührt (wie z. B. bestehende Strassen, Thore etc.). Die für die Wagen der Hauptbahnen festgestellten Dimensionen dürfen nicht überschritten werden.

Bahnen III: Die Wagen dürfen mit ihren äussersten Theilen das im Normalprofile des lichten Raumes eingerechnete Ladeprofil (Fig., 2 u. 3, Tafel I) nicht überschreiten.

Unterhalb des Ladeprofiles sollen die äussersten Theile des Wagens überall mindestens 50^{mm} vom Normalprofile des lichten Raumes entfernt bleiben.

§ 63. **Radstand.** — Bahnen I: Für Bahnen, welche in freier Strecke vielfach Curven haben, ist zur Schonung des Materials zu empfehlen, den festen Radstand der Achsen nicht grösser zu nehmen als:

3^m,500	bei Curven von	150^m Radius.
4^m,000	- - -	200^m -
4^m,500	- - -	250^m -
5^m,000	- - -	300^m -
5^m,600	- - -	400^m -

Bei Wagen mit mehr als zwei Achsen muss eine entsprechende Verschiebbarkeit derselben angeordnet werden.

Für die Güterwagen wird empfohlen, einen Radstand von 4^m in der Regel als Maximum anzusehen, und davon nur bei solchen Wagen abzuweichen, welche für die Verladung specieller Güter bestimmt sind.

Bahnen II: Für Abtheilung 1 wie vorstehend ad I.

Für Abtheilung 2 der Einrichtung der Betriebsmittel entsprechend.

Bahnen III: Der Radstand der Wagenachsen ist der Construction der Betriebsmittel und der Tracirung der Bahn entsprechend zu wählen. Grössere feste Radstände als 4^m sollen nicht angewendet werden.

Die übrigen Bestimmungen der »Grundzüge«, welche speciell Bezug auf Wagenconstruction haben, lauten wie folgt:

§ 64. **Verschluss der Personenwagen.** — Bahnen I, II u. III: Die Thüren, welche sich an den Längsseiten der Personenwagen befinden, müssen mindestens doppelte, nur an den Aussenseiten mit Griffen versehene Verschlussvorrichtungen haben, worunter sich wenigstens ein Vorreiber oder Einreiber befindet, bei letzterem muss der Handgriff gleiche Stellung wie der Riegel haben. Die Handgriffe dieser Thürverschlüsse sind so anzuordnen, dass sie vom Coupé aus durch das geöffnete Fenster mit der Hand erreicht werden können.

Die Thüröffnungen sind im Innern der Coupés mit Schutzvorrichtungen gegen das Einklemmen der Finger in die Thürfalze zu versehen.

§ 65. **Bezeichnung der Wagen.** — Bahnen I, II u. III: Jeder Wagen muss Bezeichnungen erhalten, aus welchen zu ersehen ist:

a) die Eisenbahn, zu welcher er gehört;
b) die Ordnungsnummer, unter welcher er in den Werkstätten- und Revisionsregistern geführt wird;
c) das eigene Gewicht incl. Achsen und Räder;
d) die grösste Ladung, mit welcher er belastet werden darf;
e) das Datum der letzten Revision.

§ 66. **Achslager.** — Bahnen I, II u. III: Die Achslagerconstruction soll möglichst einfach sein und einen dichten Verschluss gegen Staub und Schmierverlust gewähren.

§ 67. **Federn, Zug- und Stossapparate.** — Bahnen I: Alle in fahrplanmässigen Zügen gehende Wagen sollen auf Federn ruhen, Personenwagen auch mit elastischen Zug- und Stossapparaten versehen sein.

Bahnen II: Für Personenwagen müssen gute, ausreichend elastische Federn und elastische Zug- und Stossapparate in Anwendung kommen.

Für Güterwagen ist die Anwendung von Tragfedern, sowie von elastischen Zug- und Stossapparaten empfehlenswerth.

Bahnen III: Die Personenwagen sollen sämmtlich auf Federn ruhen und mit elastischen Buffern und Zugvorrichtungen versehen sein.

Auch für Güterwagen ist die Anbringung von Tragfedern, wenn auch einfachster Art, empfehlenswerth.

§ 68. **Bremsen.** — Bahnen I u. II: Die Wagenbremsen sollen so beschaffen sein, dass mit denselben entweder die Achsen festgestellt, oder die dem Feststellen gleichkommenden Wirkungen erzielt werden können.

Bahnen I: Die Bremskurbeln müssen beim Festbremsen nach gleicher Richtung und zwar rechts gedreht werden.

Bahnen II: Zur Bewegung der Bremsen sind Hebel oder Kurbeln anwendbar. Bremskurbeln sind allemal rechts zu drehen.

Bahnen III: Ebenso wie vorstehend ad II. Nur sollen die tiefsten Theile der Bremsen jederzeit 100^{mm} über der Oberkante der Schienen bleiben.

§ **69. Buffer.** — Bahnen I: Die horizontale Entfernung von Buffermitte zu Buffermitte soll $1^{m},750$ betragen.

Die normale Höhe des Mittelpunktes der Buffer über den Schienen wird auf $1^{m},040$ festgesetzt.

Bei leeren Wagen ist ein Spielraum von 25^{mm} über jener Höhe und für beladene Wagen von 100^{mm} unter derselben gestattet.

Der Abstand der vorderen Bufferfläche von der Kopfschwelle des Wagens soll bei völlig zusammengedrängten Buffern mindestens 370^{mm} betragen; auch soll an jeder Seite des Wagens die Stossfläche des einen Buffers eben, die des anderen gewölbt sein, und zwar so, dass, vom Wagen aus gesehen, die Scheibe des linken Buffers eben, die des rechten gewölbt ist.

Die Flächen der Bufferenden sollen mindestens 340^{mm} Durchmesser oder Seite haben; die Wölbung der abzurundenden Fläche soll mindestens 25^{mm} betragen.

Bahnen II: Für Abtheilung 1 wie vorstehend ad I.

Für Abtheilung 2 nach der sonstigen Einrichtung des Betriebsmaterials zu bestimmen.

Bahnen III: Die Anwendung des Einbuffersystems wird besonders empfohlen.

Die Normalhöhe der Buffer ist:

bei 1^{m} Spurweite 700^{mm}
bei $0^{m},750$ Spurweite 500^{mm}

über Schienenoberkante.

Der Abstand der vorderen Bufferfläche von der Kopfschwelle des Wagens soll bei völlig zusammengedrängten Buffern mindestens 300^{mm} betragen.

§ **70.** — Bahnen I: Die Angriffsfläche des nicht angezogenen Zughakens soll von den äussersten Stossflächen der Buffer im normalen Zustande 370^{mm} entfernt sein.

Abweichungen bis zu 25^{mm} über und unter diesem Maasse sind zulässig.

Bahnen II: Da, wo für die Nebenbahn besonders construirte Wagen mit Wagen der Hauptbahnen zusammen verbunden werden sollen, müssen Vorrichtungen getroffen werden, welche eine sichere Verbindung und Lösung, sowie eine sichere Bewegung bei der festgesetzten Maximalgeschwindigkeit gestatten.

Bahnen III: Die Kuppelungen und Buffer der Wagen und Locomotiven müssen zu einander passen.

§ **71. Nothketten.** — Bahnen I, II u. III: Für Wagen der secundären Eisenbahnen sind Nothketten nicht erforderlich.

A. Personenwagen.

Für die Constructionen der Personenwagen secundärer Eisenbahnen lassen sich noch weniger allgemeine Regeln aufstellen, als es bei Hauptbahnen der Fall ist. Was das zu wählende System anbelangt, so werden Wagen mit einem durchgehenden Gang noch vortheilhafter erscheinen wie bei den Hauptbahnen, indem viele von den Nachtheilen, welche sie dort gegenüber dem Coupésystem hervorrufen, durch das Wesen der Secundärbahnen geschwächt werden. Diese Erfahrung gilt besonders in Bezug auf Geschwindigkeit und Bequemlichkeit. Aus demselben Grunde werden auch die zweistöckigen Wagen in vielen Fällen vortheilhaft angewendet. Bei den kleinsten Spurweiten wird man hingegen keines von den beiden Systemen anwenden können, wegen der geringen Wagenbreite. In vielen Fällen wird es für vortheilhafter ge-

halten, Wagen mit sehr vielen Sitzen anzuwenden, besonders um das Verhältniss des todten zum nützlichen Gewichte möglichst herabzudrücken, während es in anderen Fällen vorgezogen wird, kleinere Wagen zu nehmen und die vorhandenen Sitzplätze besser auszunutzen. Eine grosse Länge der Züge ist in der Regel nicht zu befürchten, indem es allgemein vortheilhafter sein wird, den Localverkehr mit kürzeren und öfters wiederholten Zügen zu bewältigen und weil die Fahrgeschwindigkeit eine geringere ist. Es lässt sich aber selbst in diesem Falle keine Regel aufstellen, und es bleibt nichts anderes übrig als die localen Verhältnisse genau zu studiren, und mit genauer Kenntniss der einzelnen Wagenconstructionen und der Betriebsbedingungen, diejenige Combination zu wählen, welche den gegebenen Verhältnissen am besten entspricht.

Die innere Communication vereinfacht den Fahrdienst. Wenn die Züge ihre Passagiere an wirklichen Haltestellen aufnehmen und aussteigen lassen, in welchem Falle die Conducteure die Billete verkaufen und abnehmen, und genöthigt sind, während der Fahrt fortwährend Selbstcontrole zu führen, so lässt sich ein System ohne Intercommunication kaum anwenden, und man wird gern auch die Nachtheile dieses Systems ertragen. Diese Nachtheile bestehen darin, dass gegenüber dem Coupésystem 20 % des Raumes verloren gehen und dass die Zuglänge um die Einsteigeräume grösser wird. Ein Beispiel dieser Art geben die Grundrisse der Wagen der Paris-Lyon-Mittelmeer-Gesellschaft für Algerien (Fig. 1 u. 2 auf Tafel XXVII). Die erste und zweite Classe hat vier Sitze in der Breite, die dritte hat deren fünf. Man würde aus der ersten und zweiten Classe, bei Secundärbahnen, jedenfalls nur eine einzige machen. Im übrigen kann die Construction bei normalspurigen Bahnen nachgeahmt werden.

Die normalspurigen Héraultbahnen haben blos zwei Wagenclassen und zwei Wagentypen. Der erste Typus enthält acht Plätze erster Classe und 29 Plätze zweiter Classe, zusammen 37 Plätze. Der zweite Typus ist ein Wagen mit 29 Plätzen nur zweiter Classe. In einen gemischten Zug giebt man von jeder Sorte nur einen Wagen.

Die Bahn von Montpellier nach Palavas dient fast ausschliesslich dem Personenverkehr, und transportirt in einzelnen Zügen 5—7000 Personen in jeder Richtung. Zur Bewältigung eines solchen Verkehrs bedient man sich der in Fig. 1—6 auf Tafel XXIX abgebildeten Wagen mit 60 Sitzplätzen, obwohl die Kasten dieser Wagen nur $6^{m},780$ Länge haben. Dieselben sind bei einer Gesammtbreite von $3^{m},100$, der Länge nach, durch eine oben offene Scheidewand in 2 Abtheilungen mit doppelten Längssitzen getheilt, und jede dieser Abtheilungen ist mit zweiflügeligen Schiebethüren nach den beiden Endperrons mit Einsteigetreppen nach beiden Seiten versehen. Die Sitze haben jedoch nur eine Tiefe von 382^{mm} und die Durchgänge von je 650^{mm}, während die Endperrons nur 560^{mm} breit sind, was allerdings sehr beschränkt ist. Unter der Decke sind der Länge nach vier durchlaufende Eisenstangen *a*, *a* befestigt, an welchen sich die Passagiere beim Ein- und Aussteigen halten, und mit deren Hülfe nöthigenfalls noch eine Anzahl Stehplätze, wie in den Pferdebahnomnibusen, gewonnen werden. Zwei Deckenlaternen *b*, *b* dienen zur Beleuchtung beider Abtheilungen. Der Radstand beträgt $3^{m},500$; eine kräftige Schraubenbremse mit vier einseitig wirkenden Bremsbacken wird von dem einen Endperron aus bedient. Die Buffer- und Zugapparate sind mit Belleville-Federn[11]) ausgestattet. Das todte Gewicht des Wagens beträgt 7200 Kilogr. oder 120 Kilogr. pro Passagier.

Lange Wagen mit Drehgestellen werden auch bei secundären Bahnen copirt,

[11]) Vergl. 2. Band, 2. Aufl. p. 225.

obwohl sie selten zu diesem Zwecke vortheilhaft sein können. Als Beispiel einer zweckmässigen Construction für lange Wagen, welche in starken Curven laufen sollen, mag der in Fig. 1—6 auf Tafel XXX gezeichnete Wagen der Neu-Süd-Wales Bahn und der achträdrige Wagen Winkeln-Appenzell, dargestellt in Fig. 5 und 6 auf Tafel XXXI dienen; die letzteren werden auf p. 80 näher beschrieben. Bei ersteren Wagen ist der eiserne Rahmen 35′ 1″ engl. (10m,690) lang und die äussere Kastenlänge beträgt 35′ 2″ (10m,715), die Breite ist 7′ (2m,135). Bei der grossen Länge des eisernen Rahmens konnte man keine Diagonalverbindungen anbringen, und ist die Versteifung mittelst sieben Querbalken und zwei mittleren Längsbalken erzielt. Das Gestell ruht auf Achsen, welche 7′ 10″ (2m,385) von Mitte zu Mitte entfernt sind. Die mittleren zwei Achsen liegen in festen Achsenhaltern, während jede von den zwei äusseren Achsen mit radialen Achsbüchsen versehen ist, wobei die Achsen in einem Drehgestelle durch einen Centralbolzen gehalten sind, indem der Bolzen in dem Mittelpunkt des Achsbüchsenbogens von 5′ 2$^{3}/_{4}$″ (1m,595) Radius angebracht ist, wie dies die Fig. 2, 3 und 4 auf Tafel XXX erläutern, während die Details der Adams'schen radialen Achsbüchsen aus den in $^{1}/_{8}$ der natürlichen Grösse gezeichneten Figuren 7—9 auf Tafel XXX hervorgehen. Der Zughaken ist an einer kurzen Stange befestigt und mit einer Volutenfeder versehen. Die kurze Zugstange hat Führung zwischen der Bufferbohle und einem kurzen Querstück. Die excentrische Wirkung beim Durchfahren von starken Curven wird dadurch aufzuheben gesucht, dass die beiden Buffer jedes Bufferbalkens mittels eines Balanciers (Fig. 2 und 4 auf Tafel XXX) verbunden sind. Die Federung befindet sich nicht in den Bufferhülsen, sondern besteht aus einer Reihe von Gummiringen, welche zwischen dem Brustbalken und dem Balancier sitzen. Den Gegenzug geben einfache Spiralfedern.

Auch die Personenwagen der schmalspurigen Ocholt-Westerstedter Eisenbahn im Oldenburgischen von 0m,75 Spurweite sind achträdrig mit je zwei vierräderigen Drehgestellen. Auf jeder Stirnseite befindet sich ein Perron und eine Eingangsthür. Die Sitzbänke laufen längs des Wagens an den Seitenwänden mit Durchgang in der Mitte. Die Breite der Wagen beträgt 1m,718 im Lichten, die Länge 9m, einschliesslich der Perrons 10m,5. Die Räder, von 0m,75 Durchmesser, treten durch den Fussboden in abgekleidete Räume unter die Bänke. Die Höhe des Fussbodens über den Schienen misst 0m,640. Zwei Wagen sind combinirt aus 22 Plätzen III. Classe, 6 Plätzen II. Classe und einem Gepäckraum, der dritte Wagen enthält 36 Sitzplätze III. Classe. Die Räder eines Drehgestelles können vom Perron ab gebremst werden. Die Stärke der gussstählernen Achsen beträgt in der Nabe 90mm, im Schenkel 55mm; die Räder sind schmiedeeiserne Scheibenräder mit gussstählernen Bandagen. Gewicht der Personenwagen 99 Ctnr. (davon Achsen und Räder 32 Ctnr.). Die combinirten Wagen kosteten 4640 Mark, der Wagen III. Classe 4070 Mark.

Als Beispiel der zweistöckigen Personenwagen für secundäre Bahnen mit Normalspur, führen wir die in Figuren 1—6 auf Tafel XXVIII abgebildeten Wagen der Tössthalbahn (Schweiz) an. Diese Einrichtung bezweckt ein günstiges Verhältniss zwischen der todten und der Nutzlast, sowie die Verkürzung der Zugslänge, wodurch wieder ein geringerer Zugswiderstand erreicht wird, und kann besonders dann berücksichtigt werden, wenn die Bahn sehr starke Neigungen und doch einen namhaften Personenverkehr besitzt. Während übrigens die Kosten eines Sitzplatzes beim einstöckigen Wagen auf ca. 210 Frcs. bei dieser Bahn berechnet wurden, erforderte der gleiche Raum bei dem vorliegenden System nur 170 Frcs., so dass die Tössthalbahn auch in dieser Hinsicht öconomische Vortheile erzielte. Die Wagen sind

auf 64 Sitzplätze construirt; es können aber im Nothfalle auch 85 Personen unterge-bracht werden. Die untere Etage enthält 1 Coupé I. Classe zu 4 Personen und 1 Coupé I. Classe zu 8 Personen mit gepolsterten Sitzen, sowie eine Abtheilung für 20 Personen II. Classe auf Lattenbänken. Die obere Etage ist ebenfalls verschlossen, mit 1 Coupé I. Classe mit 8 Sitzplätzen und einer Abtheilung II. Classe für 24 Personen und mit Fenstern versehen. Durch einen oberhalb des Daches über dessen Länge angebrachten erhöhten, laternenartigen Aufsatz ist eine gehörige Ventilation und zweckmässige Höhe für die Passagiere erzielt worden. Nur müssen wir bemerken, dass diese Wagen die in § 62 der »Grundzüge« festgesetzte Höhe um 170^{mm} übersteigen. An jedem Ende des Wagens befinden sich zweckmässige Treppen, die von den Endplatformen mittelst vier Stufen zunächst auf einen Potest, in der Höhe der Bufferschwellen führen, von welchem aus, mittelst beweglicher Blechbrücken über den Zughaken, der Uebergang von einem Wagen zum andern stattfindet, während sieben weitere Blechstufen mit eisernem Geländer und Handleisten versehen, nach den oberen, gleichfalls mit eisernem Geländer und Vordächern geschützten Endplatformen führen, von welchen aus mittelst Scharnierthüren der Zugang, resp. Durchgang der beiden Classen des oberen Stockwerkes stattfindet.

Die Hauptdimensionen des Tössthalwagens sind:

A. Untergestell.	
Radstand	4^{m},200
Bufferhöhe	1^{m},040
Länge über den Bufferbalken	9^{m},000
Länge über den Bufferscheiben	10^{m},040
Breite von Mitte zu Mitte der Achsenschenkel	1^{m},980
Höhe der unteren Plattform über den Schienen	0^{m},690
B. Untere Etage.	
Aeussere Länge des Kastens	6^{m},600
Aeussere Breite des Kastens	2^{m},950
Lichte Höhe zwischen Fussboden und Decke	1^{m},890
C. Obere Etage.	
Aeussere Länge des Kastens	6^{m},600
Aeussere Breite des Kastens	2^{m},650
Lichte Höhe zwischen Fussboden und Decke in der Mitte	2^{m},010
D. Combinirte Wagen.	
Aeussere Totalhöhe an der Seitenwand vom Schienenkopf bis zum obersten Dachrahmen	4^{m},740
Desgl. an der Seitenwand vom Schienenkopf bis zum obersten Dachrahmen in der Mitte gemessen	4^{m},010

Das Gewicht des Wagens beträgt 12 Tonnen, so dass auf den Sitzplatz etwa 188 Kilogr. entfallen.

Das tief liegende Untergestell ist ganz von Eisen construirt, von der Mitte m einer kräftigen Kreuzverstrebung, sowie mit starken Verstrebungen der in normal Höhe liegenden Bufferschwellen versehen. Die Räder treten in den Fussboden d unteren Etage ein und sind durch eiserne Radschalen geschützt. Zur Beleuchtung si zur Seite der Thüren, in den Wänden der Endplatformen, Laternen angebracht, d gleichzeitig das Innere und die Endplatformen erhellen.

Die Lagnybahn, von 1^{m} Spurweite besitzt Personenwagen mit drei Coupé Zwei Typen sind im Gebrauch, der erste mit I. und II. Classe, der zweite für d

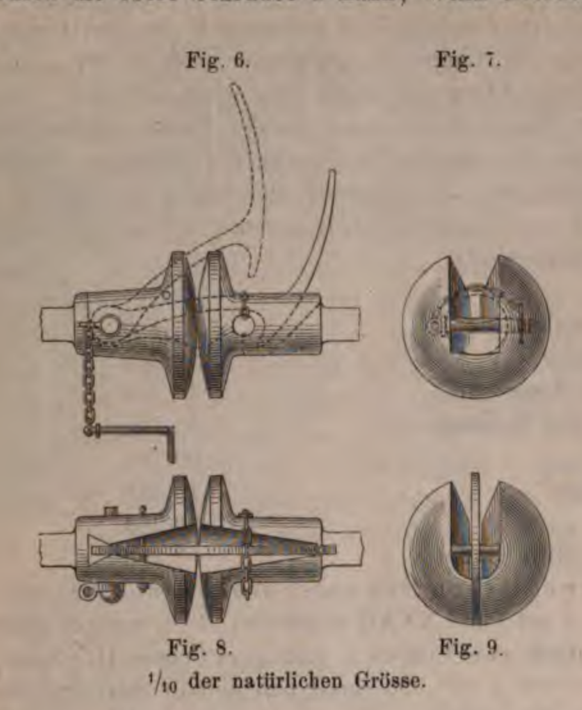
III. Classe. (Fig. 6 auf Tafel XXVII ist Grundriss, Fig. 7 ein Querschnitt eines Wagens I. und II. Classe.) Die beiden Typen unterscheiden sich blos durch die innere Einrichtung, indem bei dem ersten durchgehende Innenwände die drei Coupés von einander trennen, während bei der III. Classe die Querwände blos bis etwa zwei Drittel der Höhe reichen. In den ersten Classen sind die Sitze gepolstert und in der dritten nicht. Zur Beleuchtung der Wagen dienen zwei in der Decke angebrachte Laternen. Der Kasten ruht direct an den eisernen Langbalken des Rahmens, welche durch hölzerne Brustbäume verbunden sind. Die Elasticität der Buffer ist (nach veralteter Construction) mittelst einer an der Zugstange befestigten Querfeder hervorgebracht. Die Dimensionen dieser Wagen sind:

Radstand	$1^m,80$
Aeussere Länge des Wagenkastens	$4^m,140$
Desgleichen Breite desselben	$2^m,310$
Desgleichen grösste Höhe desselben	$1^m,770$
Höhe der Platform über den Schienen	$0^m,795$
Raddurchmesser	$0^m,700$
Von Mitte zu Mitte Rahmen	$1^m,388$
Breite in den Tritten	$2^m,380$
Entfernung von Mitte zu Mitte Buffer	$1^m,250$

Die Personenwagen der Norwegischen Schmalspurbahnen (3′ 62″ engl. $= 1^m,067$ Spurweite) sind in Fig. 1—4 auf Tafel XXXII abgebildet. In Norwegen giebt es nur zwei Fahrclassen. Fig. 1 enthält zwei Coupés I. und zwei Coupés II. Classe; dieser Wagen ist 20′ ($6^m,10$) lang, 6′ $10^1/_2$″ ($2^m,096$) breit und enthält Sitzplätze für 32 Personen. Andere Personenwagen dieser Bahn, (Fig. 3 u. 4) für ausschliesslich II. Classe, enthalten zwei Abtheilungen, je mit zwei Quersitzen und mit doppelten Mittelbänken, auf welchen die Passagiere mit dem Rücken gegen einander gekehrt sitzen. Die Wagen haben hölzerne Rahmen und hölzerne Wandtäfelungen. Die Langbalken sind 10″ (254^{mm}) hoch u. $4^1/_2$″ (114^{mm}) dick, die Bufferbohlen und die Querbalken in der Mitte 10″ (254^{mm}) hoch u. 4″ (102^{mm}) dick; die Diagonalhölzer haben einen Querschnitt von 6″ und 4″ (152 u. 102^{mm}). Die Räder besitzen einen Durchmesser von 2′ 6″ (762^{mm}). Die Bandagen sind $4^3/_4$″ (120^{mm}) breit, die Achsen haben $3^1/_2$″ (90^{mm}) Durchmesser in der Mitte und 4″ (102^{mm}) in den Naben und die Achsenschenkel $2^3/_4$″ (70^{mm}) Durchmesser und $5^1/_2$″ (140^{mm}) Länge. Die Achsenhalter und Federn sind zwischen den Langhölzern angebracht, an welchen besondere Federsupporte angeschraubt sind. Durch diese Einrichtung wird der Schwerpunkt des Fahrzeuges bedeutend niedriger gelegt. Die Wagen sind mit Einbuffersystem gebaut. Die beiden Buffer jedes Wagens sind mittelst einer durchgehenden zusammengekuppelten Zugstange verbunden. Die Zugelasticität ist mittelst zweier in der Mitte des Gestelles angebrachter Schneckenfedern erzielt. Die Wagenkuppelung geschieht nicht mit Spannung, es wird vielmehr blos ein im Buffer selbst befindlicher Haken in den Einschnitt des Anschlagbuffers geworfen, und fängt sich in diesem an einem durchgesteckten horizontalen Bolzen, wie die nachstehenden Figuren 6 bis 9 auf p. 78 erläutern. Eine um den Haken geschlungene kleine Kette verhindert das selbstthätige Ausheben des Kuppelhakens. Die in der Mitte der Zugstange angebrachten Schneckenfedern ersetzen die Bufferfedern der sonst üblichen Constructionen.

Die ganz geschlossenen Achsenbüchsen (Fig. 10 u. 11 auf Tafel XXXIX) haben über dem Achsenschenkel keinen Behälter zur Aufnahme des Schmiermaterials, dagegen unterhalb und vor dem Achsenschenkel einen, durch einen vorgeschraubten Deckel

bequem zugänglichen Hohlraum, der mit in Oel getränkter Baumwolle ausgefüllt wird. Durch die obere Schraube *a* kann, wenn erforderlich, frisches Oel zugegossen werden, während das verunreinigte Oel sich in dem Behälter *b* sammelt und mittelst der Schraube *e* abgelassen werden kann. Das Lagerfutter *c* kann von dem Achsenschenkel entfernt werden, wenn man die Büchse ungefähr 15mm in die Höhe hebt. Aus Fig. 12 auf Tafel XXXIX ersieht man die Vorrichtung zum Entfernen des Lagerfutters *c*, dasselbe drückt nicht direct gegen den oberen Theil der Achsbüchse, sondern es ist ein Liederungsstück *d* dazwischen gelegt, welches durch einen schwachen, an die innere Fläche des Achsbüchsendeckels angegossenen Rand in seiner Lage erhalten wird. Sobald man die Achsbüchse 15mm über die Achse hebt, fällt das Füllstück *d* unter den Rand und kann, wie ebenfalls das Lagerfutter, durch die Oeffnung vorn in der Achsbüchse entfernt werden. Dasselbe ist in seiner Längenrichtung nach oben etwas abgerundet. Zwischen den Achsbüchsendeckel und die Tragfedern werden Kautschukkissen *f* eingelegt, um bei hartgefrorenem Boden das Brechen der Federn zu vermindern.


Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.
1/10 der natürlichen Grösse.

Die schmalspurige, auf dem Banket der Chaussee angelegte, **Broelthalbahn** von nur 785mm Spurweite, hat sich ebenfalls in den letzten Jahren für Personenverkehr eingerichtet und Personenwagen für 2 Classen beschafft, welche sich nur dadurch von einander unterscheiden, dass die Sitze der I. Classe gepolstert sind und die der II. Classe nicht. Fig. 5—9 auf Tafel XXXII stellt einen solchen Wagen II. Classe dar. Die Wagen haben einen Radstand von 1m,88, sind für 16 Personen gebaut, welche auf zwei der Länge nach angebrachten Bänken von 3m,25 Länge zu sitzen kommen. Die Wagenkasten haben im Lichten eine Breite von 1m,58 und in der Mitte eine Höhe von 1m,78. Die lichte Weite zwischen den Bänken beträgt 0m,50, die grösste Höhe über Schienenoberkante 2m,60 und die grösste äussere Breite 1m,88 (als der gesetzlichen, wegen des Strassenverkehrs, festgesetzten Wagenbreite), sowie die grösste äussere Länge mit Einbegriff der Buffer 4m,9. Es entfällt daher auf jeden Passagier 0,32 Quadratm. Grundfläche, 0,56 Cubikm. Raum und 150 Kilogr. Wagengewicht, da das Eigengewicht dieser Wagen 2400 Kilogr. beträgt. Die Wagen sind an beiden Enden mit zweiflügeligen Thüren und mit gedeckten Vorplätzen versehen. Die Construction der einseitig wirkenden, von der Platform aus zu bedienenden Spindelbremse mit 4 Klötzen, sowie der elastischen Zug- und Stossapparate nach dem Einbuffersystem ist aus der Zeichnung zu entnehmen.

Die **russische Livny-Eisenbahn** von 3′ 6″ engl. (1m,067) Spurweite hat zwei Sorten Personenwagen, die eine I. und II. Classe, die andere blos III. Classe

enthaltend. Beide Sorten, in Fig. 1—10 auf Tafel XXXIII dargestellt, haben einen Radstand von $3^m,500$, eine Maximalkastenlänge von $6^m,480$ und grösste Breite von $2^m,280$, während die lichte Kastenbreite $2^m,130$ und die lichte Kastenhöhe in der Mitte $2^m,055$ beträgt. Die schmiedeeisernen Speichenräder haben einen Durchmesser von 720^{mm} und eine Bandagenbreite von 110^{mm}; die Achsen sind in der Mitte 90^{mm}, nächst der Nabe 95^{mm}, und in den Schenkeln 70^{mm} stark. Das Untergestell besteht aus zwei 230^{mm} hohen Langträgern aus Doppel-T-Eisen, woran die Achsenhalter angenietet sind, und einem Doppel-T-Eisen von 160^{mm} Höhe in der Achse des Wagens, worauf der Mittelbuffer wirkt, und woran die durchgehende, unterhalb der Buffer angebrachte Zugstange mittelst Gelenkstangen und Gummiplatten in der Mitte angeschlossen ist; diese drei Längsträger von I-Eisen sind durch fünf mittlere Querverbindungen von Γ-Eisen, und die beiden 250^{mm} hohen und 97^{mm} starken hölzernen Kopfschwellen durch angenietete Winkel, ohne jeglicheDiagonalverstrebung,verbunden,was sich nur durch den ganz centralen Zug und Stoss rechtfertigen lässt. Die elastischen Buffer sind in den nebenstehenden Figuren 10—12 in $^1/_5$ der natürlichen Grösse dargestellt; sie bestehen aus zwei Gummiringen a, a von 160^{mm} Durchm. und 27^{mm} Stärke, sie sind auf der einen Seite mit einer ringförmigen Rippe und auf der andern mit einer ebensolchen Nuth versehen; dem entsprechend sind auch die 3 und 4^{mm} starken schmiedeeisernen Isolirscheiben b und c gestaltet und die 15^{mm} starke, nach aussen etwas gewölbte Bufferscheibe d mit einer aufgenieteten ringförmigen Rippe versehen. Diese drei Scheiben mit zwischenliegenden Gummiringen werden durch eine, mittelst Gelenk e in der vorderen Bufferscheibe befestigte Schraube f mit Mutter zusammengezogen und der ganze Apparat durch vier, in den Ecken der hinteren Blechscheibe b angebrachte Bolzen in der Mitte der Kopfschwelle befestigt. Die Höhe der Buffermitte von der Schienenoberkante beträgt 750^{mm}, während die Mitte des Zugapparates 480^{mm} über Schienen liegt. Die an beiden Enden mit einer Gabel versehene durchgehende Zugstange g ist, wie oben erwähnt, in der Mitte des Wagens mittelst zweier Gelenke h an den elastischen Zugapparat des mittleren I-förmigen Langträgers angeschlossen, sowie an den Enden durch die Gelenke i aufgehängt. In der Gabel des einen Endes der Zugstange ist ferner das Glied k gelenkartig befestigt und mittelst des Bügels l in einer bestimmten Höhe gehalten, während die Gabel des anderen Endes mit einem Blechtrichter m zum Auffangen des Kuppelgliedes k ausgerüsfet ist, welcher beim Anschieben des nächsten Wagens dies Kuppelglied k in die Gabel einführt, so dass der horizontale Kuppelbolzen n mittelst seitlich am Kopfholze angebrachten Handhebels o und der Zugstange p leicht ein- und ausgeschoben und das An- und Abkuppeln erfolgen kann. Dieser Zugapparat hat den Nachtheil, dass die

Fig. 10.



$^1/_5$ der natürlichen Grösse.

Fig. 11.

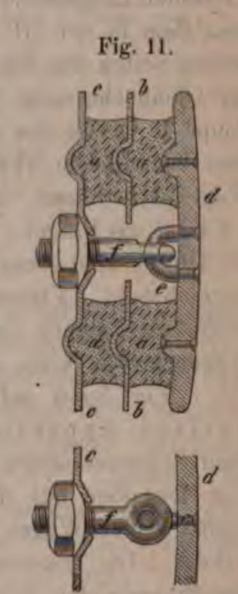


Fig. 12.

Wagen nur an einem bestimmten Ende zu verkuppeln sind und nicht gedreht werden können.

Was die innere Einrichtung dieser Personenwagen anbelangt, so bestehen die Personenwagen III. Classe (Fig. 1—6 auf Tafel XXXIII) aus einer einzigen Abtheilung mit Bretterbänken an beiden Längsseiten für 20 Personen. In der Mitte dieser Abtheilung ist ein cylindrischer eiserner Füllofen *x* mit doppeltem Blechmantel, der vom Fussboden bis zur Decke reicht und vom Dach aus mit Holzkohlen gefüllt wird, aufgestellt, Fig. 10—15 auf Tafel XXXII zeigen denselben in verschiedenen Ansichten und Schnitten. Die Eingänge sind in der Mitte der beiden Längswände angebracht und mit doppelten Thüren versehen und zwar die Vorderthüren einflügelig, und die inneren Thüren zweiflügelig, nach aussen aufschlagend. Ausserdem sind in der Mitte der Endwände noch Schiebethüren zur Communication mit dem nächsten Wagen angebracht, und gegen den Zutritt der äusseren Luft sind beide Wagen durch aufgeschraubte Holzrahmen *q* mit blasebalgartiger Lederverbindung geschützt. Ueber den Sitzbänken sind auf eisernen Consolen hölzerne Rahmen *r* zum Unterbringen des Handgepäcks geschaffen. Die Wände, Decke und Fussboden sind doppelt, mit Luftschichten in den Zwischenräumen, auch die Fenster sind mit Doppelscheiben, jedoch in einfachen Rahmen, der besseren Erwärmung wegen, versehen. Zur Ventilation sind in der Decke ein Paar durchbrochene Drehrosetten *s* mit Luftröhren *t* und beweglichen Kappen *u* angebracht. Die Personenwagen I. und II. Classe (Fig. 7—10 auf Tafel XXXIII) bestehen aus einem Coupé I. Classe mit vier gepolsterten Sitzplätzen in der Querrichtung und einer Abtheilung II. Classe mit acht gepolsterten Sitzplätzen längs an beiden Seiten. Beide Abtheilungen sind durch einen Vorplatz mit Eingangsthüren an beiden Längswänden geschieden. In der Mitte desselben ist der eiserne Füllofen *x*, ganz dem in der III. Classe ähnlich, aufgestellt; an den Ofen anschliessend sind zu beiden Seiten die Eingangsthüren nach der II. Classe angebracht, so dass ein Theil der Ofenfläche seine Wärme direct in diese Abtheilung abgeben kann, während das Coupé I. Classe nur dadurch erwärmt werden kann, dass man die dem Ofen gegenüber befindlichen Thüren öffnet. Ausserdem sind, ähnlich wie bei den beschriebenen Wagen III. Classe, in den Endwänden Intercommunicationsthüren, und zwar in der I. Classe als Flügel-, in der II. Classe als Schiebethüren angebracht; ausserhalb dieser Thüren sind ebenfalls die blasebalgartigen Schutzrahmen *q* zwischen je zwei Wagen angeschraubt. Ferner ist noch bemerkenswerth, dass die Fenster mit doppelten beweglichen Rahmen zum Herunterlassen ausgestattet, und über den Sitzen in beiden Wagenclassen Netze *y* für das Handgepäck angebracht sind.

Fig. 3—6 auf Tafel XXXI stellen die Personenwagen der Bahn Winkeln-Herisau-Appenzell, von 1^m Spurweite dar. Dieselben sind nach Art der üblichen Schweizerischen Wagen mit einem Mittelgang gebaut, und unterscheiden sich von denselben nur durch die Spurweite und das Einbuffersystem. Die Gesellschaft besitzt solche Wagen mit vier Achsen und Drehgestellen, und andere mit blos zwei Achsen. Die ersteren haben zwei Platformen, die letzteren nur eine Platform zur Handhabung der Spindelbremse. Die Hauptdimensionen sind:

Länge zwischen den Buffern:

Lange Personenwagen	13^m,480
Kürze desgleichen	6^m,840

Länge der Wagenkasten:

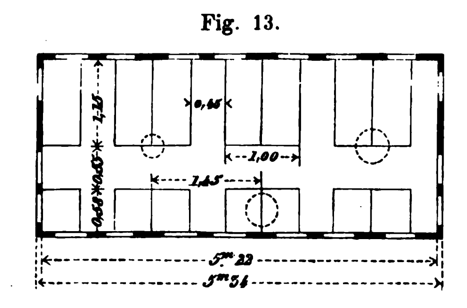
Lange Personenwagen	11^m,400
Kurze desgleichen	5^m,340

Grösste Breite	2^m,400
Totale Höhe über den Schienen	3^m,100
Höhe des Bodens über den Schienen	0^m,880
Höhe der Buffer	0^m,700
Höhe der Zugvorrichtung	0^m,490
Lange Wagen:	
Entfernung der Drehgestelle von Mitte zu Mitte	7^m,680
Fester Radstand bei langen Wagen	1^m,230
Durchmesser der Räder	0^m,600
Kurze Wagen:	
Fester Radstand	2^m,500
Durchmesser der Räder	0^m,700

Die Räder der vierrädrigen Wagen sind nach Losch's System mit schmiedeeisernen Naben und Bandagen von Feinkorneisen gefertigt; die achträdrigen Wagen haben gusseiserne Scheibenräder mit Bandagen von Feinkorneisen. Die Achsen, welche ebenfalls aus Feinkorneisen bestehen, haben in der Nabe einen Durchmesser von 90^{mm}; sie werden mit Oel geschmiert. Die Federn sind aus Tiegelgussstahl, haben bei den vierrädrigen Wagen eine Länge von 1^m,200 und bei leeren Wagen eine Pfeilhöhe von 56^{mm}, bei den achträdrigen Wagen eine Länge von 1^m,200 und eine Pfeilhöhe von 64^{mm}. Die Wagen haben hölzerne Gestelle.

Die kurzen Personenwagen II. und III. Classe enthalten je 21 Sitzplätze für beide Classen (vergl. nebenstehende Grundrissskizze Fig. 13) mit genau gleicher Eintheilung. Die langen Wagen II. und III. Classe sind in zwei Hauptabtheilungen geschieden, deren eine 15 Plätze für Raucher und ein Coupé für 6 Nichtraucher, zusammen 21 Plätze II. Classe, die andere 24 Plätze III. Classe enthält. Die langen Wagen III. Classe haben in der Mitte ebenfalls eine Querwand und in den beiden Querabtheilungen je 24 Sitzplätze. Die Fig. 7 und 8 auf Tafel XXIX erläutern die Sitzeintheilung. Auch ein Salonwagen I. Classe ist vorhanden (siehe Fig. 9 auf Tafel XXIX). Derselbe besteht aus einem Coupé mit Quersitzen für neun Personen und einem Salon mit Längssitzen und zwei Sesseln für ebensoviele Personen. Die langen Wagen II. Classe bieten für jeden Sitz 1,252 Cubikm. Raum, diejenigen III. Classe 1,096 und die kurzen Wagen II. und III. Classe 1,165 Cubikm. Im Winter gehen, in jeder Abtheilung, zwei Plätze durch den Ofen verloren. Dieser Umstand ist in dortigen Verhältnissen nicht beachtenswerth, könnte übrigens leicht dadurch behoben werden, dass man die Heizung unter den Wagen anbringt.

Fig. 13.



Die Gewichte und Beschaffungskosten ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

	Gewicht Kilogr.	Tragkraft Personen.	Preis Frcs.
Lange Wagen II. und III. Classe	8300	45	6400
- III. -	8000	48	5900
Kurze Wagen II. -	4050	21	4200
- III. -	—	21	3690

	Kosten		
	pro 50 Klgr. Wagengew.	pro Sitzplatz.	pro Cubikm. Raum.
Lange Wagen II. und III. Classe Frcs.	38,5	142,20	243
- III. - -	36,8	122,90	224
Kurze Wagen II. - -	51,8	200,00	171
- III. - -	45,5	171,40	147

Die bekannte Festiniog-Bahn, von 1′ 11½″ (597mm) Spurweite, hat Personenwagen I., II. und III. Classe, mit Längs- und Quersitzen. Bei den ersteren, welche Kasten von 10′ (3m,050) Länge und 6′ 3″ (1m,906) Breite erhalten, sitzen die Passagiere der ersten Classe zu 6, in der zweiten und dritten zu 7 auf jeder Seite einer gemeinschaftlichen Lehne, wobei der Wagenkasten über den Achsen bis 9″ (230mm) über Schienenoberkante hängt und die Sitze unmittelbar über den Rädern sich befinden. Die Wagen dritter Classe sind Coupéwagen für 12 Passagiere, welche zu drei in der Breite sitzen. Diese Wagen sind 9′ 9″ (2m,975) lang und 4′ 10½″ (1m,486) breit. Das Gewicht eines Wagens mit Längssitzen beträgt 1,4 Tonnen, dasjenige eines Wagens mit Quersitzen 1,18 Tonnen. Der Raddurchmesser beträgt 1′ 6″ (450mm). Die Räder sind von Gusseisen, die Bandagen von Low-Moor-Eisen. Der Radstand beträgt 5′ (1m,525) und 5′ 6″ (1m,677) und die Totalhöhe der Wagen 6′ 6″ (1m,982) über der Schienenoberkante. Die Wagen werden ähnlich, wie es bei Hauptbahnen der Fall ist, mittelst einer Schraubenkuppelung gekuppelt. Nur befindet sich dieselbe 4½″ (115mm) unter dem central gestellten Buffer, welcher mittelst einer Blattfeder von 2′ (610mm) Spannweite gedrückt wird. Die Kuppelungsachse befindet sich 15″ (380mm) über Schienenoberkante und die Kuppelstange ist mit Schneckenfedern versehen.

Die vollständigste Lösung der Frage, in welcher Art Personenwagen für secundäre Bahnen zu construiren sind, ist bisher durch das System Heusinger von Waldegg gegeben worden.

Für den Personenverkehr der Schmalspurbahnen ist vor Allem der Grundsatz festzuhalten, dass die Wagen mit Intercommunication und Endperrons zum bequemen Ein- und Aussteigen eingerichtet sein müssen, weil gewöhnlich nur ein geringes Stationspersonal auf den Secundärbahnen zur Verfügung steht, unterwegs auch an Orten, wo sich keine Einsteigeperrons befinden, Passagiere ein- und aussteigen müssen, ferner müssen die Schaffner auch während der Fahrt Billete ausgeben, sowie die Sicherheit des Zuges überwachen und die Bremsen bedienen, und daher leicht und sicher in den Wagen verkehren und ohne Gefahr von einem zum anderen gelangen können. Ausserdem werden im Allgemeinen bei den Secundärbahnen zwei Wagenclassen genügen, die eine, welche in der inneren Austattung den Wagen II. Classe, die andere den Wagen III. Classe der normalspurigen Bahnen entspricht.

Bei den Personenwagen von 1m Spurweite können die Wagenkasten wie bei den Güterwagen eine Breite von 2m,50 erhalten; bei einer solchen Breite lässt sich sehr gut das von Heusinger von Waldegg construirte und zuerst bei Wagen I. und II. Classe der Hessischen Ludwigsbahn in Anwendung gekommene Intercommunicationssystem mit Seitengang anwenden, wie Fig. 3, 4 und 5 auf Tafel XXVII erläutern. Fig. 3 ist der Grundriss eines Wagens II. Classe und Fig. 4 der eines Wagens III. Classe, während Fig. 5 den Querschnitt des ersteren Wagens zeigt.

G G sind die Endperrons mit Treppen von beiden Seiten zum bequemen Ein- und Aussteigen, *H* ist ein durch Fenster abgeschlossener und durch Thüren mit den Endperrons in Verbindung stehender Seitengang von 600—700^{mm} Weite, in welchem die Passagiere während der Fahrt promeniren und Raucher sich aufhalten können; zum Ausruhen dienen die mit Rohrgeflecht versehenen Klappsitze *o o*. Nur von diesem Seitengang aus sind die drei Coupés *K* mittelst Schiebethüren zugänglich, von denen das mittlere sechs und die beiden Endcoupés je fünf bequeme gepolsterte Sitzplätze enthalten, die durch Ohrenkissen und bewegliche Armlehnen von einander geschieden sind. Durch Heraufklappen der Armlehnen können in jedem Coupé zwei Schlafplätze geschaffen werden.

Der in Fig. 4 dargestellte Wagen III. Classe enthält ebenfalls so eingerichtete Endperrons *G G* nebst dem Seitengang *H* und bei *L L* zwei ganze Coupés à acht Sitzplätze auf Holzbänken, bei *M* ein halbes Coupé à vier solcher Sitzplätze und am anderen Ende bei *N* eine vom Perron aus zugängliche Toilette mit Wascheinrichtung, Spiegel etc., sowie, durch Vorhänge von dieser getrennt, die Retirade *O*. Statt der Toilette und dem halben Coupé können auch andere Wagen III. Classe mit drei ganzen Coupés eingerichtet werden (da eine Toilette nebst Retirade in jedem Zuge genügend sein wird), so dass diese Wagen dann 24 Sitzplätze in den Coupés und 5 Sitze in dem Seitengange enthalten, während die oben beschriebenen Wagen II. Classe 16 Sitzplätze in den Coupés und 5 Sitze im Seitengange haben, daher diese schmalspurigen Wagen in der Breite nur einen Sitzplatz weniger, als die normalspurigen Coupéwagen enthalten und eine bessere Ausnutzung des Raumes, als bei letzteren gestatten; dabei hat jeder Sitzplatz der bisherigen normalspurigen Coupéwagen eine Breite in der II. Classe von 600^{mm} und in der III. Classe von 480^{mm}, während die Sitze obiger Schmalspurwagen in der II. Classe 590^{mm} und in der III. Classe 440^{mm} Breite haben, daher nur um 10 resp. 40^{mm} schmäler sind, als obige. Jener Raum ist zu reichlich bemessen, und kann sehr leicht entbehrt werden.

Das Uebertreten von einem Endperron zu demjenigen des nächstfolgenden Wagens wird durch eine Oeffnung in der Mitte des Geländers und vermittelst der in Scharnieren hängenden Blechbrücken *q q* ermöglicht; letztere greifen mit ihren Enden über einander. Die Endperrons sind, um im Trocknen ein- und aussteigen zu können, überdacht; diese Vordächer bilden die Verlängerung der Dachverschalung und werden durch schmiedeeiserne Säulen unterstützt.

Zur bessern Ventilation ist in der Mitte der Decke eines jeden Coupés ein laternartiger Aufsatz (*Q* Fig. 5) angebracht, deren jeder nach 4 Seiten ausserhalb mit festen Jalousien und innerhalb mit verstellbaren Schiebern versehen und durch herabhängende Schnüre leicht, von den Sitzen aus, geöffnet oder geschlossen werden kann.

Diese Coupéwagen mit Seitengang bieten die grösstmögliche Bequemlichkeit, Annehmlichkeit und Sicherheit für die Reisenden, indem man auf den breiten, bis in die Nähe des Erdbodens herabreichenden und mit Handleisten versehenen Treppen bequem und sicher aus- und einsteigen kann, sowie ungestört von dem übrigen Verkehr in die einzelnen Coupés sich zurückziehen, dort unbelästigt von der durch den Seitengang vermittelten Intercommunication ausruhen und schlafen kann. Zugleich ist aber auch jedem Passagiere bei dieser Einrichtung die Möglichkeit geboten, während der Fahrt, ohne grosse Störung für die Mitreisenden, seinen Platz verlassen, im Freien auf den Seitengängen und Platformen promeniren, sich in der Toilette waschen und sonstige Bedürfnisse befriedigen zu können. Bei im Wagen entstehendem

	Spurweite Meter.	Fester Radstand Meter.	Minimal-Curven Meter.	Höhe des Bodens über den Schienen Meter.	Raddurchmesser Meter.	Maximal-Wagenhöhe Meter.
Normalspurbahnen	1,435	4,000	300	1,200	1,000	3,300
Winkeln-Appenzell	1,000	2,500	90	0,880	0,700	3,100
Norwegische Bahnen	1,067	3,048	280	1,000	0,800	3,000
Denver u. Río-Grande	0,900	—	—	0,825	—	2,825
Festiniogbahn	0,610	1,650	160	0,750	0,500	2,750
Lambach-Gmunden	0,106	1,700	78	1,000	0,780	3,000
Torontobahn	1,067	—	—	0,750	0,600	2,750

Wenn man mit Herrn von Weber die Schwerpunktslage mit der Höhe des Fussbodens zusammenfallend annimmt, so ergeben sich folgende Verhältnisszahlen:

	Verhältniss der Schwerpunktshöhe zur Basisbreite.
Normalspurbahnen	1,20
Winkeln-Appenzell	1,14
Norwegische Bahnen	1,05
Denver und Rio-Grande	1,09
Lambach-Gmunden	1,05
Festiniogbahn	0,78
Torontobahn	1,27

Jenes geringe Verhältniss der Festiniogbahn bezieht sich nur auf die Coupéwagen, während bei den langsitzigen Wagen ein den übrigen schmalspurigen Bahnen gleiches Verhältniss besteht. In Anbetracht des Umstandes, dass die Personenwagen der Hauptbahnen ungefähr dreimal so schnell fahren als diejenigen der Secundärbahnen, kann man behaupten, dass die Höhe des Schwerpunktes eine überwundene Frage ist. Recht augenscheinlich kann man sich davon überzeugen, wenn man auf der Festiniogbahn mit 40 bis 50 Kilometer Geschwindigkeit abwärts fährt.

Bezüglich des Flächen-, Gewicht- und Cubikraumes führen wir das Beispiel der Winkeln-Hérisau-Appenzellerbahn an. Für die oben beschriebenen Personenwagen dieser Bahn ergiebt sich die folgende Zusammenstellung:

	Zahl der Plätze	Fläche pro Sitzplatz mit Gang Quadratm.	Fläche pro Sitzplatz ohne Gang Quadratm.
Lange Wagen II. Classe	21	0,608	0,456
- III. -	24	0,532	0,403
Kurze Wagen II. u. III. Classe	21	0,566	0,405

und ferner zur Beurtheilung der den Reisenden gebotenen cubischen Räume:

	Cubikraum Total Cubikmeter	Cubikraum pro Person Cubikmeter
Lange Wagen II. Classe	26,302	1,252
- III. -	26,302	1,096
Kurze Wagen II. u. III. Classe	24,518	1,165
Gepäck- und Güterwagen	24,518	—

und schliesslich betreffend die Wagengewichte:

	Wagengewicht pro 1 Cubikmet. Kilogr.	pro Sitzplatz Kilogr.	Total Kilogr.
Lange Wagen II. u. III. Classe .	158	184	8300
- III. Classe	158	166	8000
Kurze Wagen II. u. III. Classe .	165	192	4050

Vergleicht man diese Zahlen mit denjenigen, welche sich für die Personenwagen der Hauptbahnen ergeben, so bekommt man günstigere Resultate als diejenigen sind, zu denen Herr von Weber in seiner bekannten Schrift gelangt ist.

Wenn man nun beobachtet, wie seit zehn Jahren bedeutend gesteigerte Forderungen nicht nur an die Locomotiven und Schienen, die gezogenen Lasten und Gewichte der Wagengestelle gestellt sind, sondern auch an die innere Ausstattung und den Comfort der Wagen, wodurch dieselben mehr und mehr vertheuert werden, so muss man zu dem Schluss kommen, dass der Personentransport auf Schmalspurbahnen mit geringeren Kosten verbunden ist, als der auf Normalspurbahnen und dass sich Schmalspurbahnen empfehlen, wo immer die Anschlussverhältnisse dieselben gestatten, indem man bei denselben die hohen Bedingungen, welche an Normalspurbahnen jetzt gestellt werden, gewöhnlich nicht zu berücksichtigen braucht. Es ist auch unzweifelhaft, dass jenes Kostenverhältniss, in Folge der noch schwerer werdenden Normalspurwagen, sich mehr und mehr zu Gunsten der Schmalspurbahnen stellen wird. Letzteres wird um so sicherer eintreten, als sowohl die Eisenbahngesetzgebung wie auch die Wünsche des zahlenden Publicums der Erbauung leichter normalspuriger Wagen entgegenwirken.

Es giebt auch recht viele Vorschläge für aussergewöhnliche Constructionen der Personenwagen, welche besonders für Secundärbahnen bestimmt sein sollen. Unter diesen erwähnen wir das Fairlie'sche Wagengestell, bei welchem die Buffer die ganze Breite des Brustbalkens einnehmen, und bei welchem die Mittelpunkte der Wagen mittelst Ketten oder Stangen miteinander verbunden werden sollen. Ohne Zweifel würde ein so zusammengesetzter Zug sehr biegsam sein, aber es ist ein Irrthum zu denken, dass die horizontalen Schwankungen der Fahrzeuge kleiner werden sollten, als es bei den jetzt üblichen Einrichtungen der Fall ist. Insbesondere muss bemerkt werden, dass möglichste Kürze eine Grundbedingung einer jeden Wagenkuppelung sein muss, indem eine lange Kuppelung durch die geringsten Bewegungen hin und her geworfen wird und schon deshalb ihren Zweck unmöglich erfüllen kann. Dieser Vorschlag fand bisher unseres Wissens nur bei der Kuppelung der Wagen von der Livnybahn (vergl. p. 79) praktische Anwendung. Bemerkenswerth sind die Vorschläge des Herrn Spooner für 2′ 9″ (0^m,738) Spurweite, welche im Engineering 1870 behandelt wurden.

B. Güterwagen.

Die Güterwagen der normalspurigen Secundärbahnen unterscheiden sich so wenig von denen der Hauptbahnen, dass die allgemeinen Bestimmungen der Grundsätze für Güterwagen für beide Sorten genügen. Jene Bestimmungen schreiben hölzerne Rahmen, Verkleinerung des Radstandes beim Befahren starker Curven mit geringer Geschwindigkeit vor. Andere Einzelnheiten derselben dürfen wir hier unberücksichtigt lassen. Constructionen, welche zum Zweck hatten, Wagen herzustellen, die eben so gut auf der Strasse wie auf den Schienen der Schleppbahnen gezogen

werden können, haben noch keinen genügenden Erfolg gehabt, und werden denselben auch schwerlich erreichen. — Bei den schmalspurigen Bahnen ist man durch das Copiren der grossen Wagen im verkleinerten Maassstabe zu einem Materiale gelangt, welches die Schwierigkeiten eines ökonomischen Betriebes dieser Eisenbahnen bedeutend vergrössert hat. Die Theorie und Praxis der Schmalspurbahnen schreitet aber auch in dieser Richtung bedeutend voran und es lassen sich schon jetzt Constructionen anführen, welche besondere, von den Hauptbahnen bedeutend abweichende Systeme begründen. Die Verminderung des todten Gewichtes und die Erleichterung der Umladung sind wohl die Hauptpunkte dieser Constructionen.

Fig. 13—16 auf Tafel XXXIV zeigen einen zum Transport von Erzen bestimmten Wagen französischer Construction der Ergastiria-Eisenbahn (Griechenland) von 1^{m} Spurweite, welcher von ähnlichen Wagen der Hauptbahnen copirt ist. Der Rahmen ist aus Eisen und mit Diagonalversteifungen construirt. Der Zughaken wirkt auf eine sich an die Bufferstangen stützende Blattfeder und trägt drei Kettenglieder, welche zum Anhängen der Wagen dienen. Die Längswände des hölzernen Kastens sind zum Umklappen eingerichtet. Die ⊏-Eisen der Längsträger sind 176^{mm} hoch, 60^{mm} breit, und haben 8^{mm} Wand- und 10^{mm} Backendicke. Die Bandagen haben 22^{mm} Spiel in der Geraden und 28^{mm} in den starken Curven. Der kleinste Curvenhalbmesser beträgt 60^{m}. Die Achsen und die Räder sind aus Eisen, die letzteren mit gusseiserner Nabe. — Die Dimensionen dieses für den Erztransport jedenfalls zu eleganten Wagens sind:

a. Kasten:

Innere Breite	1^{m},700
Desgl. Länge	3^{m},620
Lichte Höhe der Seitenwände	0^{m},450
Grösste lichte Höhe der Stirnwände	0^{m},700
Inhalt der Ladung	$3{,}384^{cbm}$
Gewicht der Ladung (Erze)	6 Tonnen
Dicke der festen Bretter (Eichene)	40^{mm}
Desgl. der Längswände (Kieferne)	50^{mm}

b. Rahmen:

Aeussere Länge, ohne Buffer	3^{m},70
Desgl. mit Buffern	4^{m},55
Länge der Brustbalken	1^{m},80
Entfernung zwischen den Buffern	0^{m},900

c. Federn:

Belastung der Querfedern bis zur Abplattung	3817 Kilogr.
Biegsamkeit der Querfeder pro Tonne	$31{,}5^{mm}$
Länge der Längsfeder	0^{m},805
Breite derselben	0^{m},075
Normalbelastung	1800 Kilogr.
Belastung der Längsfeder bis zur Abplattung	4090 Kilogr.
Biegsamkeit pro Tonne	$20{,}5^{mm}$

d. Räder und Achsen:

Durchmesser der Räder	0^{m},600
Radstand	1^{m},450
Entfernung zwischen den Bandagen	0^{m},925
Durchmesser der Achse in der Mitte	0^{m},682

Durchmesser in der Nabe	$0^m,100$
Länge derselben in der Nabe	$0^m,130$
Durchmesser des Achsschenkels	$0^m,070$
Länge desselben	$0^m,158$
Breite der Bandagen	75^{mm}
Dicke derselben	52^{mm}
Conicität derselben	$^1/_{12}$
Gewicht des Wagens ohne Bremse, leer	2600 Kilogr.
Desgl. mit Bremse, leer	2710 Kilogr.

Diese Wagen, welche von la Buire in Lyon gebaut sind, kosteten, Fracht nach Marseille inbegriffen, im Jahre 1870: Frcs. 1995. 50 für die Wagen ohne Bremse und 2085 Frcs. für solche mit Bremse.

In Fig. 12 auf Tafel XXXV ist ein zweckmässig gebauter Waggon zum Rübentransport der Pontsericourt-Bahn dargestellt. Diese Bahn hat 1^m Spurweite. Der Wagenkasten hat $1^m,500$ lichte Höhe, $2^m,140$ lichte Breite und $3^m,200$ lichte Länge, somit 10,272 Cubikm. Inhalt. Der leere Wagen wiegt zwei Tonnen und wird mit sechs Tonnen Rüben belastet. Bemerkenswerth sind ausserdem die einfachen Centralbuffer- und Zugapparate dieses Wagens, sowie die Schraubenbremse nach Stilmants System (vergl. 2. Bd. 2. Aufl., p. 268).

Die Norwegischen Schmalspurbahnen besitzen Güterwagen von 6′ 7″ bis 6′ 10½″ (2^m bis $2^m,097$) Breite und 18′ bis 23′ 6″ ($5^m,50$—$7^m,167$) Länge; der Radstand beträgt 10′ bis 13′ ($3^m,050$—$4^m,065$). Fig. 4 und 5 auf Tafel XXXV zeigen einen Güterwagen, dessen Längenseiten heruntergeklappt werden können. Fig. 1—3 auf Tafel XXXV stellen einen Holztransportwagen vor. Das Gestell des Wagens ist über 18′ ($5^m,50$) lang und die Räder, welche einen Durchmesser von 2′ (610^{mm}) haben, stehen von Mitte zu Mitte 13′ ($4^m,065$) von einander ab. Die Breite des Wagens beträgt oben 6′ 6½″ ($1^m,995$). Zwischen den Langbalken des unteren Rahmens beträgt der lichte Abstand 5′ 6½″ ($1^m,690$). Sowohl die Bufferbohlen als die Längsbalken sind 3″ (75^{mm}) dick und 12″ (305^{mm}) hoch und die inneren Langhölzer 5″ (127^{mm}) hoch und 12″ (305^{mm}) breit. Die Diagonalstreben haben 3″ (75^{mm}) Breite und 8″ (204^{mm}) Höhe. Die nähere Construction ist aus der Zeichnung ersichtlich. — Ausser dem gewöhnlichen Schemel in der Mitte zur Aufnahme der Enden langer Hölzer, welche auf zwei Wagen transportirt werden müssen, sind auf der Oberfläche des Wagenrahmens ein Paar Quertragschwellen in einer Entfernung von 13½′ ($4^m,230$) — von der einen Aussenseite zur anderen gemessen — angebracht, auf welche, nach Wegnahme des Schemels, in der Mitte kurze Balken und sonstige Holzstücke geladen werden können. Der Fussboden zwischen diesen zwei Tragschwellen besteht aus 2½″ (64^{mm}) starken Bohlen. Die übrigen Bohlen des Fussbodens sind 2″ (50^{mm}) dick. Der Raum zwischen den Quertragschwellen ist ferner durch Seitenhölzer eingeschlossen, welche an die Aussenseiten der Langschwellen des unteren Rahmens mittelst Bolzen befestigt sind. Der Schemel ist in der Mitte 10″ (254^{mm}) breit und 10″ (254^{mm}) hoch und um einen Mittelzapfen drehbar. Der centrale Zug- und Bufferapparat wurde bereits bei den Personenwagen p. 77 beschrieben. Bei den Platformwagen sind ausserdem unterhalb des Hauptzugapparates an jedem Ende eine Nothkette an einer festen, bis zur nächsten Querschwelle reichenden Zugstange angebracht; die gusseiserne an der Kopfschwelle angeschraubte Hülse von beiden Zugapparaten zeigt Fig. 9, Fig. 8 enthält die Details der Aufhängung der Tragfedern bei den Güterwagen. Die eisernen Bügel an den Enden des Schemels, an welchen die

Ketten zum Anbinden befestigt werden, sind aus Fig. 10 ersichtlich. Durch die oberen Oesen wird ein Bolzen gesteckt, welcher durch einen angeschmiedeten Sperrkegel in seiner Lage erhalten wird, letzterer greift in die Bindeketten ein, und kann, weil er rund gedreht ist, leicht herausgenommen werden, wodurch die Bindekette wieder frei wird. Die Form der Schraubenkuppelung für die Bindeketten zeigt Fig. 11. Andere Details dieser Wagen, namentlich die Achsbüchsen, sind denjenigen der Personenwagen, welche p. 77 u. 78 beschrieben sind, gleich.

Der Bagagewagen dieser Bahnen dient zugleich zur Aufnahme von zwei kleinen hölzernen Wasserbehältern, welche mit einander communiciren und von welchen das Wasser gerade so mittelst Schläuche der Locomotive zugeführt wird, wie es bei einem Tender geschieht.

Die Hauptangaben über die Maasse und Gewichte der Norwegischen Wagen sind:

	Radstand	Aeussere Länge	Aeussere Breite	Totalgewicht	Gewicht pro laufd. Fuss	Gewicht der Wagenladung	Ladung pro Tonne Eigengewicht	Preis des Wagens
	(Engl. Fuss).	(Engl. Fuss).	(Engl. Fuss).	(E. T.)	E. Ctr.	(E. Ton.)	(E. Tonnen).	Pfd.St.
Bedeckte Güterwagen	10′ (3^m,050)	18′ (5^m,490)	6′ 7″ (2^m,007)	3,7	4,1	5,0—6	1,9—1,6	89
Waggon mit hohen Wänden	10′ (3^m,050)	18′ (5^m,490)	6′ 7″ (2^m,007)	3,6	4,0	5,0—6	1,4—1,7	68
Dsgl. mit niederen Wänden	10′ (3^m,050)	18′ (5^m,490)	6′ 7″ (2^m,007)	3,5	3,9	5,0—6	1,4—1,7	65
Holzwagen	10′ (3^m,050)	18′ (5^m,490)	6′ 6½″ (1^m,995)	3,1	3,5	5,0—7	1,6—2,3	62
Platformwagen	13′ (4^m,665)	23′ 6″ (7^m,167)	6′ 8½″ (2^m,045)	3,3	2,8	5,0—7	1,5—2,1	62

Die Broelthalbahn (von 785mm Spurweite) besitzt vier Typen von Güterwagen, nämlich bedeckte Güterwagen, flache Transportwagen mit umlegbaren Eisenrungen, offene Güterwagen und Erzwagen mit schrägem Boden.

Die bedeckten Güterwagen sind zu beiden Seiten mit zweiflügeligen Schiebethüren versehen und 4^m,24 lang, mit Inbegriff der Buffer. Das Eigengewicht beträgt 2600 Kilogr.

Die offenen Güterwagen mit flachem Boden (Fig. 5—8 auf Tafel XXXIV) wiegen 2500 Kilogr. und haben 5000 Kilogr. Ladefähigkeit.

Die flachen Transportwagen (Platformen) mit umlegbaren Eisenrungen (Fig. 9 bis 12 auf Tafel XXXIV) wiegen 2000 Kilogr. und haben 5000 Kilogr. Ladefähigkeit. Diese Wagen passen für Tannenbordlängen und werden zu allen Güterarten, ausser Kohlen und Erzen, verwendet. Die Bufferanordnung ist von derjenigen der übrigen Wagensorten verschieden, und aus der Zeichnung ersichtlich.

Die Einrichtung der Erzwagen mit schrägem Boden ist in Fig. 1—4 auf Tafel XXXIV abgebildet. Der mit Blech beschlagene Boden ist dachförmig gestaltet und die unteren Seitenwände bilden je zwei Kopfthüren, welche mit Langriegeln und Fallhaken während der Fahrt verschlossen sind. Beim Oeffnen dieser Thüren fällt der Inhalt vollständig heraus, und es werden auf diese Art die Broelthaler Erze aus diesen Wagen in diejenigen der angrenzenden Hauptbahn überladen, indem die

ersteren auf besondere Gerüste oder Rampen fahren, während die letzteren sich darunter befinden.

Das Eigengewicht dieser Erzwagen beträgt 2500 Kilogr., die Ladefähigkeit 5000 Kilogr. Der Kasten ist im Lichten 2m,82 lang und an den Seiten 1m,05 tief; die Stirnwände sind abgerundet und dadurch in der Mitte um 0m,31 höher. Die lichte Breite beträgt 1m,57, die Neigung des Bodens 30 Grad.

Die russische Livnybahn von 3′ 6″ (1m,080) Spurweite hat drei Typen offener und zwei Typen bedeckter Güterwagen und eine Type Gepäckwagen mit Retirade und Warteraum. Die Tafel XXXVI und XXXVII stellen diese verschiedenen Wagen dar.

Die Construction der Untergestelle von den ganz in Holz gebauten Platform- und offenen Güterwagen geht deutlich aus den Fig. 1—17 auf Tafel XXXVI hervor. Die Anordnung der Zug- und Bufferapparate, die Construction der Achsbüchsen und Räder sind genau so, wie dies bei den Personenwagen dieser Bahn auf p. 79 u. 80 beschrieben wurde. Der Radstand beträgt 2m,480. Die drei hölzernen Langschwellen haben eine Höhe von 250mm und eine Stärke von 80mm; dieselben sind mittelst schmiedeeiserner Winkel und Zugschrauben mit den 220mm hohen und 90mm starken Kopfschwellen verbunden, während die Verbindung mit den mittleren 225mm hohen und 80mm starken Querschwellen mit kurzen Zapfen und seitlich durchgehenden langen Schrauben erfolgt; ausserdem sind in der Richtung der Centralbuffer Diagonalstreben von 100 × 60mm Stärke angebracht, wie Fig. 6 auf Tafel XXXVI erläutert. Die 900mm langen aus vier Blättern bestehenden Tragfedern sind mittelst Bundring direct auf den Achsbüchsen und unter den äusseren Langträgern gelagert, und zwar mit dem einen Ende in einem scharnierförmigen Lager, während das andere Ende durch seitlich an die Langschwellen angeschlossene Gelenke umfasst wird.

Das Obergestell der 4m,100 langen, 2m breiten Platformwagen (Fig. 1—6 auf Tafel XXXVI) besteht aus einem 40mm starken Bodenbelag, der in der Querrichtung theils mit den drei Langträgern, theils mit dem 100mm hohen und 60mm starken Umfassungsrahmen verschraubt ist; an letzterem sind ringsum in 750—800mm Entfernung eiserne Haken angeschraubt, an welchen die über die Güter gezogenen Plandecken angebunden werden.

Die Obergestelle der ebenso langen und breiten offenen Güterwagen mit 1m hohen Bords (Fig. 7—11, Taf. XXXVI) zum Transport von Kohlen und sonstigen Rohproducten, haben gleichfalls einen Bodenbelag von 40mm starken und 180—187mm breiten in der Querrichtung angeschraubten Dielen. An jeder der beiden Langseiten sind sechs Stück hölzerne 75 × 65mm starke Rungen, theils an den Kopfschwellen, theils an eisernen Consolen mit Querschwellen angeschraubt und oberhalb in einer Höhe von 1m durch einen Rahmen von gleicher Stärke verbunden, während an jeder der beiden Endseiten zwei Rungen von ⊓-Eisen angebracht und mit Kopfschwellen, Oberrahmen und Verschalung durch Schraubenbolzen verbunden sind. Die 20mm starke Verschalung der Langseiten bildet in der Mitte je eine 1m,280 weite und 0m,990 hohe Ein- und Ausladeöffnung, welche durch ausserhalb angebrachte, unten mit Rollen auf einer hochkantigen Flachschiene laufende Schiebthüre, die oberhalb in einer angeschraubten Rundeisenstange Führung erhält, geschlossen wird.

Die ganz ähnlich construirten Obergestelle der gleichfalls 4m,100 langen und 2m breiten, sowie 1m,400 hohen Hochbordwagen (Fig. 12—17 auf Tafel XXXVI) dienen vorzugsweise zum Transport von Schlachtvieh, Stroh, Holz, Torf etc. und weichen von den zuletzt beschriebenen Wagen, ausser in der grösseren Höhe der

Bords, noch darin ab, dass die Bords oberhalb durchbrochen (mit 110mm weiten Zwischenräumen durch 62mm breite und 25mm starke Latten), und dass die Ein- und Ausladeöffnungen, anstatt durch Schiebethüren, durch Vorstellthüren hergestellt sind, die unterhalb auf den vorspringenden Rollen der Rungen in eiserne Bügel gesteckt und oberhalb durch je zwei Vorreiber geschlossen werden.

Die Obergestelle der ebenso construirten, gleich langen und breiten bedeckten Güterwagen (Fig. 18—22 auf Tafel XXXVI) unterscheiden sich von den vorletzt beschriebenen 1m hohen offenen Güterwagen dadurch, dass die Seiten- und Endwände 2m hoch sind, die 20mm starke Bretterverschalung mit Nuth und Feder zusammengefügt und mit den hölzernen Seiten und ⊓-förmigen Endrungen verschraubt ist, während auf dem an den Enden bogenförmig gestalteten Oberrahmen, mittelst fünf Dachspriegeln von 60mm Höhe und 40mm Stärke, die 15mm starke Dachverschalung, und über dieser einen Ueberzug aus wasserdicht präparirtem Segeltuch angebracht ist. Die Oeffnungen der Ein- und Ausladethüren in der Mitte der beiden Langseiten sind 1m,280 breit und 1m,800 hoch und werden durch unterhalb mit Rollen auf hochkantigen Flachschienen ruhende Schiebethüre, die oberhalb in einer angeschraubten Rundeisenstange geführt wird, geschlossen.

Nachstehend theilen wir noch eine vergleichende Tabelle der oben beschriebenen Platformwagen mit ähnlichen russischen normalspurigen Wagen mit:

		Schmale Spur.	Normale Spur.
Eigengewicht	Pud	103	330
Ladungsgewicht	Pud	380	600
Verhältniss des Nutzgewichtes zum todten		$\frac{1}{3,}$	$\frac{1}{1,81}$
Preis an der russischen Grenze	Frcs.	1200	2800
Preis pro Pud des Nutzgewichtes	Frcs.	3,16	4,66
Verlorner Raum zwischen den Wagen		6″ (165mm)	4′ (1m,220)
Grenze der Bufferelasticität	Pud	600	250

Die 6m,480 langen gedeckten Güterwagen mit Bremse (Fig. 6 — 11 auf Tafel XXXVII) haben ganz eiserne Untergestelle, ähnlich den oben p. 79 beschriebenen Personenwagen der Livnybahn und 3m,500 Radstand. Die von dem Schaffnercoupé, am vorderen Ende, aus zu handhabende Schraubenbremse ist nach Stilmants System[12] eingerichtet. Auf dem eisernen Untergestell sind 80mm hohe und 70mm starke Querschwellen aufgeschraubt, und mit diesen durch angeschlitzte Zapfen und angeschraubte Eckwinkel, ein Unterrahmen von 120mm Höhe und 100mm Stärke verbunden: in letzteren sind die 100×100mm starken Eckpfosten, 80×80mm starken Thürpfosten und 60×60mm starken Zwischenständer verzapft, welche ebenso mit dem Oberrahmen und durch angeschraubte Eckwinkel verbunden sind. Der Bodenbelag läuft der Länge nach und ist 40mm stark, während die Seiten- und Deckenverschalung nur 20mm stark und mit Nuth und Feder zusammengefügt ist. Der Kasten hat eine lichte Höhe von 2m und eine gleiche Breite, an dem vorderen Ende ist ein Raum von 1m,600 Länge für den Bremser abgetheilt, welcher seinen Sitz auf einer

[12]) Vergl. 2. Bd. 2. Aufl., p. 268.

erhöhten Pritsche hat, von wo aus er sowohl die Bremskurbel bequem erreichen, als auch, durch die theils in der Vorderwand, theils in den Seitenwänden und Ausbauten angebrachten Fenster, den Zug nach vorn und hinten übersehen kann. Der übrige Güterraum ist an beiden Langseiten mit einer $1^m,500$ breiten, $1^m,835$ hohen Schiebethür, sowie oberhalb zu beiden Seiten mit je einem 460^{mm} breiten, 540^{mm} hohen Fenster versehen.

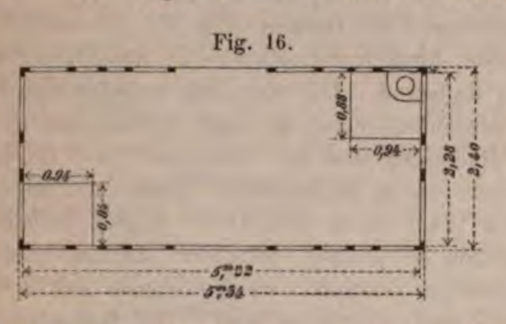
Das Obergestell des ebenso langen und breiten Gepäckwagens (Fig. 1—5, Taf. XXXVII) unterscheidet sich von dem eben beschriebenen Güterwagen dadurch, dass es an den Seiten- und Endwänden wie die Personenwagen ausserhalb noch mit einer Blechbekleidung versehen ist, und ausser einem Schaffnercoupé von $1^m,600$ Länge am vorderen Ende, noch einen Warteraum am hinteren Ende von $1^m,200$ Länge und $1^m,360$ Tiefe, sowie zur Seite eine Retirade von $1^m,200$ Länge und 635^{mm} Tiefe enthält, welche beide Räume, sowohl durch Seitenthüren als durch eine Schiebethüre in der Endwand, von den Personenwagen aus zugänglich sind. Der mittlere Gepäckraum ist im Lichten $3^m,390$ lang, 2^m breit und $2^m,100$ hoch und an beiden Seiten mit $1^m,500$ breiten, $1^m,936$ hohen Schiebethüren versehen. Die Erhellung des Gepäckraums erfolgt nur durch je ein Fenster, welches in den beiden Schiebethüren angebracht ist, das Schaffnercoupé am vorderen Ende enthält zwei erhöhte Schaffnersitze, dazwischen die Bremskurbel, in der Vorderwand und in den Ausbauten die oben beschriebenen Fenster zum Ueberblicken des Zuges, sowie an der Rückwand zwischen den beiden Eingangsthüren einen eisernen Füllofen. Die Wagen der Livnybahn können als Musterwagen schmalspuriger Bahnen in vielen Stücken empfohlen werden.

Die Gepäckwagen (Fig. 1 und 2 auf Tafel XXXI) und die bedeckten Güterwagen (Fig. 1 und 2 auf Tafel XXXVIII) der Winkeln-Hérisau-Appenzellbahn (1^m Spurweite) haben ähnliche Dimensionen wie die (auf p. 81 beschriebenen) kurzen Personenwagen:

Länge zwischen den Buffern	$6^m,600$
Länge der Wagenkasten	$5^m,340$
Grösste Breite des Wagenkastens	$2^m,400$
Radstand	$1^m,23$
Raddurchmesser	$0^m,60$

Die Wagen sind mit einem Mittelbuffer versehen, unter welchem sich die Zugvorrichtung befindet. Die Räder, Achsen, Büchsen etc. sind bei den Personenwagen beschrieben worden. In den Gepäckwagen befindet sich ein abgeschlossener Raum für Gefangentransport und ein Abtritt, sowie ein Behälter für Hunde. Siehe nebenstehende Skizze Fig. 16 des Grundrisses. Die bedeckten Güterwagen haben inwendig eiserne Ringe und sind für Viehtransport eingerichtet. Die Schiebethüren sind für ein bepacktes Militärpferd hoch genug. Die offenen hochbordigen Wagen (Fig. 3 und 4 auf Tafel XXXVIII) haben Wände von $1^m,000$ Höhe und auf beiden Seiten Doppelthüren. Ueber den Wänden ist noch Gitterwerk von $0^m,75$ Höhe angebracht. Die offenen niederbordigen Wagen (Fig. 5 und 6 auf Tafel XXXVIII) haben Wände von $0^m,300$ Höhe zum Ausheben, sowie eine Vorrichtung zum Transport von Langholz. Alle haben eine Platform und Schraubenbremsen.

Fig. 16.



Die Wagengestelle bestehen aus Eichenholz. Die föhrenen Bretter der Fussböden von 35^{mm} Dicke und 200^{mm} Breite liegen nach der Länge der Wagen und sind durch eiserne Federn verbunden. Die Kasten bestehen aus astfreiem Eschen- oder Eichenholz. Das aus 16^{mm} dicken tannenen Brettern mit Nuthen und eisernen Federn von [illegible]^{mm} Dicke und 16^{mm} Breite dargestellte Dach ruht auf den Dachspriegeln von Eschenholz. Die Bretter sind mit Segeltuch gedeckt und mit einer Composition bestrichen, die mit heissem Eisen angedrückt und nachher in heissem Zustande mit reinem Sande bestreut ist.

Die Gewichts- und Preisverhältnisse dieser Güterwagen sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten:

	Gewicht Kilogr.	Tragkraft Kilogr.	Totalpreis Frcs.	Preis pro 50 Kilogr. Gewicht Frcs.	Ladung auf 1 Kilogr. Eigengewicht.
Gepäckwagen	3900	6000	2900	37,18	1,54
Bedeckter Güterwagen . . .	3824	6250	2500	32,90	1,63
Offener Hochbordwagen. . .	3075	7000	2100	34,40	2,27
Offener Niederbordwagen . .	2530	7000	2000	40,00	2,76

Die Erztransportwagen der $0^{m},75$ spurigen Montanbahn von Rostoken nach Marksdorf (Fig. 6 bis 9 auf Tafel XXXIX) haben einen aus Holz und Eisen zusammengesetzten Rahmen; auf letzterem ruht ein Blechkasten mit sechs Seitenthüren, deren horizontale Achse am oberen Rand des Kastens sich befindet. Die Längsbalken sind ⊏-Eisen, auf deren innerer Wand die Achshalter und die Federn angebracht sind. Die hölzernen Bufferbohlen haben an den Enden, wo sie mit den Längsträgern verbunden sind, dieselbe Höhe, gehen aber in der Mitte tiefer. Zwischen den Bufferbohlen sind zwei hölzerne Längsbalken nahe an einander angebracht und in der Mitte durch hölzerne Querstücke mit einander verbunden. Die Längshölzer hängen tiefer als die Unterkante der Bufferbohle. Auch sieht ihre Verbindung mit der Bufferbohle nicht sehr constructiv aus. Die Wagen sind mit Einbuffersystem (Patent Klunzinger) gebaut. Die beiden trichterförmigen Buffer sind durch eine zusammengekuppelte Stange miteinander verbunden, die Querbalken enthalten die Führungen der Zugstange. In der Mitte der letzteren sind fünf starke Gummiringe angebracht, welche der Zugvorrichtung die nöthige Elasticität geben. Die Kuppelung erfolgt beim Zusammenstossen der Wagen selbstthätig, ohne Hülfe eines Arbeiters. Das Auskuppeln erfolgt durch Aufheben des Einfallhakens in einen Bufferkopf, letzterer ist aus Bessemerstahl, die übrigen Bestandtheile der Buffer- und Kuppelungsvorrichtung bestehen aus Schmiedeeisen. Beim Anstossen des Wagens fährt das Kuppelungsglied in den Trichter des nächsten Buffers, und drückt auf den im Hals befindlichen Schieber, welcher beim Zurückgehen den durch Scharniere mit ihm verbundenen Haken sammt dem Kuppelbolzen abwärts bewegt, und so die Kuppelung bewirkt.

Die Achsen und Bandagen der Räder sind aus Bessemerstahl. Erstere haben 90^{mm} Durchmesser in der Mitte und 60^{mm} im Schenkel. Die Räder sind aus Schmiedeeisen mit gusseiserner durch einen schmiedeeisernen Ring verstärkter Nabe. Die Schmierung geschieht von oben und unten zugleich. Die Achsgabeln sind mit-

telst eines hohen Bleches zusammengehalten, welches zugleich die nöthigen Befestigungspunkte für die Bremsachse und Bremsrollen bietet.

Eigenthümlich ist die bei diesen Wagen zuerst angebrachte selbstwirkende Wagengewichtsbremse, (Patent Klunzinger). Die eine von den beiden Wagenachsen ist nicht direct belastet, sondern durch ein Scharnier an einem einarmigen Hebel gelagert, dessen Drehpunkt sich am Deckel der Achsbüchse befindet, während der lange Arm mittelst Gelenke bei Drehung der Bremswelle gezogen oder gehoben wird, und mehrere Löcher zum Verstellen enthält. Die Bremsklötze sind horizontal geführt, damit die verticalen Bewegungen des Wagens keinen beträchtlichen Einfluss auf das Bremsen ausüben können. Auf der Bremsklotzwelle befindet sich ein Hebel, welcher bis unter das Ende des Wagens ragt und an seinem Ende eine Rolle trägt. Unmittelbar zu beiden Seiten dieser Rolle, der Länge nach, befinden sich zwei feste Rollen; die Achsen dieser beiden Rollen liegen etwas höher, als die Achse der am Bremshebel befestigten Rolle, wenn sich dieselbe in ihrer höchsten Lage, beim vollständigen Anziehen, befindet. Am anderen Ende des Wagens ist der Bremsersitz angebracht, vor welchem ein grosses verticales Bremsrad, einem Steuerrade ähnlich, an einer gusseisernen Säule befestigt ist und mittelst zwei Paar conischer Räder die Bewegung an eine auf derselben Stirnseite des Wagens befestigte Trommel überträgt. Dieser Bremssitz mit dem Bremsrade und mit der Trommel befindet sich aber nur auf jedem fünften Wagen, während die vier nächsten von diesem aus gebremst werden. Zu diesem Zwecke wickelt sich von der Trommel ein Seil ab, geht, mittelst einer festen Rolle geführt, auf das andere Ende des Wagens, wo es über die beiden festen Rollen und dazwischen unter die Rolle des Bremshebels geführt ist, und dann weiter auf die feste Vorderrolle des nächsten Wagens u. s. f. Wird das Seil gespannt, was mittelst Aufwickeln auf die Trommel geschieht, so werden die Bremsklötze gelöst, und das Gewicht des halben Wagens ruht auf der Bremswelle. Je mehr man das Seil nachlässt, desto mehr wirkt das halbe Wagengewicht bremsend. Beim Reissen des Seiles, also auch beim Abreissen der Wagen, geschieht die Bremsung selbstthätig. Beim Rangiren wird der Bremshebel mittelst eines Kettchens an zwei an der Bufferbohle in der Nähe der an demselben befindlichen Rollen aufgehängt.

Ohne Zweifel sind sowohl die Kuppelung, als auch die Bremse dieser Wagen, welche an ähnliche, in Amerika und England in Anwendung gebrachte Constructionen erinnern, sehr gut ausgedacht; zu dem Zwecke des Erztransportes sind sie aber zu complicirt. Es ist nicht zu bezweifeln, dass dieser Mechanismus bei guter Herstellung Anfangs ausgezeichnet dienen kann, in einigen Jahren aber so viele Reparaturen erfordern wird, dass man andere Constructionen einführen muss.

Diese Bremse ist auch nur in solchen Fällen anzuwenden, wo nicht viel rangirt wird.

Die ganze Länge des Wagens über den Buffern beträgt $3^{m},460$, der Radstand $1^{m},300$ und der Durchmesser der Räder 600^{mm}. Die Entfernung zwischen den Bandagen 698^{mm}. Der Kasten hat $2^{m},510$ lichte Länge, $1^{m},420$ lichte Breite und $0^{m},710$ lichte Höhe, und 2,5 Cubikmeter Rauminhalt. Die ganze Höhe des Wagens beträgt von Schienenoberkante $1^{m},480$, und die Bufferhöhe $0^{m},500$. Die Wagen wiegen ohne Bremsersitz 2,25 Tonnen und mit Bremsersitz 2,5 Tonnen, laden 5 Tonnen Erz, kosteten per Stück durchschnittlich 1070 fl. österr. Währung, und wurden in Mödling erbaut.

Zum Schlusse dieses Abschnittes theilen wir noch auf Tafel XL die Zeichnung

der neuesten Construction von den offenen Güterwagen zum Erz- und Kohlentransport der schmalspurigen Oberschlesischen Eisenbahn mit, wie sich dieselbe nach langjährigen Erfahrungen als die zweckmässigste Construction erwiesen hat; diese Wagen waren Anfangs 1876 in einer Anzahl von ca. 1650 Stück im Betriebe. Fig. 1 ist eine Stirnansicht in $^1/_{26}$ der natürlichen Grösse, Fig. 2 eine halbe Seitenansicht, Fig. 3 Längenschnitt nach $A—B$, Fig. 4 halber Grundriss, Fig. 5 halber Horizontalschnitt nach $H—I$, Fig. 6 Querschnitt nach $C—D$ und Fig. 7 Querschnitt nach $E—F$, während Fig. 7 auf Tafel XXXVIII einen Querschnitt der Achsenbüchse und Tragfeder in $^1/_4$ natürlicher Grösse, sowie Fig. 8 und 9 sonstige Details darstellen.

Das ganz aus Eichenholz gefertigte, in seinen Längen-, Quer- und Diagonalverbindungen durch Zapfen, Blockschrauben und Winkel solide verbundene Untergestell ist aus den verschiedenen Ansichten genügend zu erkennen und bei demselben nur zu erwähnen, dass, in Folge der auf den schmalspurigen Oberschlesischen Bahnen gemachten schlechten Erfahrungen mit elastischen Stossvorrichtungen, welche in den engen Curven und bei dem aufsichtslosen Rangiren der Wagen in den kurzen Weichen der zahlreichen Ladestellen fortwährenden Zerstörungen unterlagen, trotz aller vorgenommenen Verstärkung derselben, selbst bei den neuesten, von der Oberschlesischen Bahnverwaltung zur Probe gebauten ganz eisernen Güterwagen, und dass, in Rücksicht auf Unterhaltung und Ausnutzung der Wagen, die Wahl unelastischer Stossvorrichtungen gerechtfertigt, ja geboten war.

Dieselben sind, wie die betreffenden Ansichten zeigen, einfach durch Verlängerung der 105^{mm} starken Seitenbäume gebildet, die an den vor den Kopfstücken vorspringenden Enden, zur Erlangung der normalen Bufferhöhe über den Schienen, um 40^{mm} erniedrigt, gleichzeitig aber durch von innen beigelegte 50^{mm} starke, mit den Seitenbäumen durch gemeinschaftliche 10^{mm} starke, mittelst Holzschrauben befestigte Stossringe a fest verbundene eichene Klötzer dergestalt verbreitert sind, dass ein Ineinanderzwängen der festen Buffer, wie es bei den übrigen Wagen in den scharfen Curven oft vorkömmt, hier nicht leicht stattfinden kann. An den gut abgerichteten inneren Flächen der Seitenbäume sind die Achsengabeln b mit ihren oberen, durch eingeschweissten Quersteg verbundenen Lappen, mittelst je vier 13^{mm} starken Mutterschrauben solide befestigt; diese Achsgabeln b sind 15^{mm} stark, mit den angeschweissten gleich starken Stützen d versehen und unten durch angeschraubte Querstege c geschlossen. Im Mittel, der Länge nach, sind ebenfalls an den inneren Flächen der Seitenbäume die 13^{mm} starken geschmiedeten gabelförmigen, unten mit aufgeschweissten und gebohrten Augen versehenen Bremswellenhalter e, mittelst je vier 13^{mm} starken Mutterschrauben befestigt, während an den äusseren Flächen der Seitenbäume, genau im Mittel, gusseiserne Consolen f angeschraubt sind, welche dazu dienen, die beiden äusseren auf die Länge der Thüröffnung um 118^{mm} über die Seitenbäume vorspringenden, dort besonders stark in Anspruch genommenen eichenen Bodenbretter zu unterstützen.

Die mittleren Querverbindungen g des Untergestelles gewähren gleichzeitig eine gute Befestigung der beiden runden, 26^{mm} starken, an jedem Ende mit Mutter versehenen Führungsstangen h des elastischen Zugapparates, der aus zwei runden, 32^{mm} starken, durch Muffe und Keile zu einem Ganzen verbundenen Zugstangen i besteht; diese tragen an ihren vorderen vierkantig angesetzten Enden die gewöhnlichen, mit Bügel und Kette ausgerüsteten Zughaken, und übertragen den an denselben ausgeübten Zug auf eine im Mittel über die Zugstange geschobene Feder l, welche aus acht runden, 26^{mm} starken, entsprechend gelochten Korkscheiben von 125^{mm} Durch-

messer gebildet ist. Letztere werden vorher in Melasse getränkt, je zwei durch eine schwache eiserne Führungsscheibe getrennt und dann dieser ganze Cylinder von 235^{mm} Höhe auf 157^{mm} zusammengepresst und in dieser Spannung durch die beiden gusseisernen Platten *k*, mit Hülfe der in den Hülsen der Zugstangen *i* gesteckten Keile erhalten. —

Nahe den Seitenbäumen befinden sich ausserdem noch an den Innenseiten der Quer- und Mittelstücke *g*, in gehöriger Entfernung von einander, die gusseisernen Böcke *m* für die Hängeschienen der Bremsklötzer angeschraubt, während an einem der Kopfstücke der gusseiserne Hängebock *n* für den Drehpunkt des Bremswinkelhebels an der Innenseite, dagegen an der Aussenseite der ebenfalls gusseiserne Stützbock *o* für den Zapfen der Bremsspindel, beide durch drei gemeinschaftliche Mutterschrauben verbunden, angebracht sind.

Das Obergestell oder Kasten des Wagens besteht zunächst aus einem Gerippe von vier, über entsprechende Schablonen gerichteten, die äussere Form des Kastens begrenzenden Winkeleisen $q\,q^1$ vom Profile Fig. 7. Mit ihren unteren horizontalen Schenkeln auf den oberen Flächen der Kopf- und Mittelstücke um ihre Stärke eingelassen, wie Fig. 2 im Durchschnitt zeigt, sind sie in der ganzen Länge derselben durch je vier Mutterschrauben *r* von 13^{mm} Stärke in gleichen Abständen befestigt und zwar dergestalt, dass die Rippe bei den beiden äusseren, auf den Kopfstücken aufgeschraubten Winkeleisen, nach oben, bei den auf den Mittelstücken befestigten aber nach unten steht; ihre verticalen Schenkel sind unten mit einem inneren resp. äusseren Radius von 80^{mm} rechtwinklig abgebogen, oben aber durch einen ringsumlaufenden, in den Ecken unter 45° zusammengestossenen und dort durch oben aufgenietete Deckplatten *s* solide hergestellten Rahmen *t* von T-Eisen, Fig. 5, so zu einem Ganzen mittelst 10^{mm} starker Nieten verbunden und versteift, dass dieser Rahmen die Endwinkeleisen *q* umfasst, während er seinerseits von den um seine Schenkelstärke deshalb nach aussen abgekröpften mittleren Winkeleisen q^1 umfasst wird. Die Stirnseiten dieses Kastengerippes sind durch je zwei verticale an die äusseren Flächen des Oberrahmens und der Eckwinkeleisen genietete Winkelschienen *a* vom Profile Fig. 6 versteift, wobei die eine derselben gleichzeitig zur Befestigung des oberen Führungskloben *p* für die Bremsspindel dient.

Die beiden auf den Mittelstücken befestigten Winkeleisen q^1 bestimmen zugleich, durch den horizontalen Abstand ihrer verticalen Schenkel von einander, die Weite der Thüröffnungen, während deren Höhe über dem Boden durch je eine Winkelschiene *v* vom Profile Fig. 6 begrenzt wird, die in einer Entfernung von 260^{mm} und parallel zum Oberrahmen *t* an den inneren Flächen der mittleren Winkeleisen q^1 stumpf aufgenietet ist. An den nach aussen vorspringenden Rippen der letzteren sind in entsprechender Höhe die mit angeschweissten verticalen 13^{mm} starken Lappen versehenen Scharnierzapfen *w* mittelst je zwei Mutterschrauben von 13^{mm} Stärke befestigt. Die beiden nach oben aufzuschlagenden Thüren bestehen aus 3^{mm} starken Eisenblechtafeln, welche oben und unten durch 6^{mm}, an den beiden Seiten aber durch 10^{mm} starke Flachschienen armirt sind, die, indem sie unten und an den Seiten um 10^{mm} vor den entsprechenden Blechkanten vorspringen, den unteren und seitlichen Anschlag der Thüren an der äusseren Fläche der noch näher zu erwähnenden Bodenschienen *x*, resp. an den in gleicher Verticalebene liegenden äusseren Flächen der Mittelrippe q^1 bilden. An den oberen Enden der verticalen Armirungsschienen sind die entsprechend nach aussen abgebogenen aus dem Vollen gebohrten Scharnierbänder angeschweisst, mittelst welcher die Thüren an den oben erwähnten $^{13}/_{16}''$ starken festen

Scharnierzapfen w aufgehängt sind, während ihre unteren geraden Enden so weit verlängert sind, dass durch entsprechend gedornte vierkantige Löcher, die, an die äusseren Flächen der Schutzschienen x in der gehörigen Entfernung von einander angenieteten, vierkantigen, nach vorn etwas verjüngten schmiedeeisernen Verschlusskloben y soweit hindurch treten können, um beim Anschlagen der Thüren die in den Kloben befindlichen flachen Schlitze frei werden zu lassen, durch welche dann die mittelst Kettchen und Oesen an den Thüren selbst befestigten 6^{mm} starken Vorstecker geschoben werden; eine einfache Form des Verschlusses, die, nach bisherigen Erfahrungen, jeder der anderen zahlreichen Modalitäten, wie Riegelverschlüsse aller Art, vorgezogen werden dürfte. Das Oeffnen der Thüren erfolgt mittelst der angenieteten Handgriffe z.

Die mehr erwähnten Schutzwinkelschienen x vom Profil Fig. 8 auf Taf. XXXVIII zwischen den inneren Kanten der beiden Mittelrippen q^1, auf den äusseren eichenen Bodenbrettern um ihre Stärke eingelassen, sind mit diesen durch je drei horizontale versenkte Holzschrauben, sowie drei verticale Mutterschrauben von 10^{mm} Stärke fest verbunden, von welchen letzteren die mittelsten gleichzeitig durch die oberen Platten der Console f (Querschnitt $E\,F$ Fig. 7) gehen. Wie aus Querschnitt $C\,D$ Fig. 6 ersichtlich, sind die äusseren Kanten der beiden Randbodenbretter, welche, wie die innerhalb liegenden kiefernen, parallel zur Längsachse des Wagens von einer Stirnwand zur anderen durchlaufend verlegt sind, in dieser Richtung den Aufbiegungen der Winkeleisenrippen $q\;q^1$ entsprechend abgerundet und nur an den beiden Mittelrippen und zwischen denselben dergestalt ausgeklinkt, dass sie sich dort der Form der Schutzwinkelschienen y anschliessen. Jedes der 40^{mm} starken Bodenbretter liegt stumpf auf den gleich hohen Kopf- und Mittelstücken auf, ist aber ausserdem noch durch drei gleichmässig auf die so gebildeten Zwischenräume vertheilte eichene Querträger unterstützt, die bis auf den mittelsten um 105^{mm} kürzeren, gleiche Länge wie Kopf- und Mittelstücke haben und auf den Seitenbäumen mittelst je 26^{mm} langer Holzschrauben gegen etwaige Verschiebung geschützt sind. Nur auf den beiden äusseren Querträgern ist jedes Brett mit je zwei 92^{mm} langen Drahtnägeln befestigt. Auf den Rändern dieser, der äusseren Grundform des Kastens entsprechenden Bodenfläche sind die aus gut gefügten und gehobelten 30^{mm} starken kiefernen Brettern hergestellten Füllungen der Kastenwände stumpf aufgesetzt; indem zuerst die Bretter der Stirnwände zwischen den inneren Flächen der Eckwinkeleisen eingepasst, an beiden Enden aber um die Schenkelstärke derselben so abgefalzt werden, dass ihre äusseren Flächen bündig mit den äusseren Flächen der Winkeleisenrippen sind, wie Fig. 7 auf Taf. XXXVIII zeigt; jedes der Stirnwandbretter ist nur an den beiden Winkeleisenschienen u mit je zwei 10^{mm} starken Mutterschrauben befestigt, während die an den Enden ebenfalls um die Schenkelstärke der Eckwinkeleisen abgefalzten und dort stumpf aber genau passend an die Stirnwände anstossenden Bretter der Seitenwände; sowohl an den Eck- wie an den Mittelwinkeleisen q^1 mit ebenfalls je zwei 10^{mm} starken Mutterschrauben befestigt sind. Das oberste Brett jeder Seitenwand, dessen Unterkante mit der oberen Thüröffnung abschneidet und auf die Länge derselben um die beiden Schenkel der oberen Winkelschiene v abgefalzt ist, läuft in der ganzen Kastenlänge von Eck- zu Eckwinkeleisen durch, während die unteren Bretter die Länge der durch die Thüre getrennten zwei Endfelder haben. Durch diese Holzfüllungen erhalten die Kastenwände eine sehr bedeutende Steifigkeit, die zur Erhaltung der normalen Form des Kastens, wie der rechtwinkligen Stellung der Kastenrippen, selbst bei heftigen Zusammenstössen, wesentlich beiträgt. Eine einfache und solide Deckung der Ober-

kanten der Kastenwände gewähren die inneren horizontalen Schenkel des den oberen Rahmen bildenden ringsumlaufenden T-Eisens vom Profil Fig. 8 auf Tafel XXXVIII, auf welche namentlich bei der von oben und oft aus ziemlicher Höhe stattfindenden Verladung der Wagen besonders Rücksicht zu nehmen war.

Die Bremsvorrichtung, mit welcher jeder Wagen versehen, ist der Einfachheit halber und in Rücksicht auf möglichste Schonung der Spurkränze der hier ausschliesslich verwendeten Schaalengussräder so gewählt, dass sie auf jedes der vier Räder nur von einer Seite (der inneren) wirkt, und zwar mit einem Maximaldruck, der ein vollständiges Feststellen und dadurch eintretendes polygonförmiges Abschleifen der Räderflächen nicht zulässt; was bei den Neigungsverhältnissen der Bahn und einiger Aufmerksamkeit von Seiten der Fahrer unbedenklich geschehen konnte.

Im Uebrigen zeigt die Bremse die gewöhnliche Anordnung, bei welcher die an der Spindelkurbel ausgeübte Kraft von der Spindelmutter durch ein System von Zugstangen, Hebeln, Welle und Schubstangen auf die Bremsklötzer resp. Räderlaufflächen übertragen wird, und bedarf dieselbe wohl keiner speciellen Erläuterung; nur ist noch zu erwähnen, dass, um dem Fahrer beim Bedienen der Bremse einen sicheren Stand zu gewähren, auf dem der Spindel zunächst gelegenen Buffer ein 46^{mm} starkes kiefernes Trittbrett mittelst vier Holzschrauben befestigt ist.

Die durch zwei gewölbte Scheiben unterstützten Schaalengussräder haben bei 628^{mm} Durchmesser 105^{mm} breite Spurkränze, 157^{mm} Nabenlänge und sind ohne weitere Hülfsmittel mit einem Druck von circa 15,000 Kilogr. auf die Achsen festgepresst. Letztere sind aus Abfalleisen durch Schweissen und Ausschmieden unter dem Dampfhammer hergestellt, haben abgedreht in den Nabentheilen 81^{mm} Durchmesser und sind nach der Mitte zu um 6^{mm} in ihrer Stärke verjüngt. Ihre glatten ohne Lagerbunde gedrehten 65^{mm} starken Achsenhälse laufen auf 78^{mm} langen, 13^{mm} starken, in die Büchsen eingegossenen und ausgefraissten Compositionslagern, von welchen 100 Kilogr. aus: $42^1/_2$ Kilogr. Blei, $42^1/_2$ Kilogr. Zinn und 15 Kilogr. Antimon bestehen und die bei genügender Härte doch den wichtigen Vortheil besitzen, dass bei eintretendem Mangel an Schmiere niemals ein Einfressen der Achsenhälse stattfindet, welches bei Anwendung von Rothgusslagern so häufig eintritt.

Nach vielen Versuchen, eine zugleich elastische und für den oft mangelhaften Oberbau aber auch hinreichend haltbare Tragfeder zu construiren, kam man auf die auf amerikanischen Bahnen bereits vielfach angewandten Korkfedern. Zum Schutze gegen die directe Einwirkung der Sonnenstrahlen und Luft sind die, aus je sieben ursprünglich 26^{mm} starken viereckigen, in Melasse getränkten und dann auf 85^{mm} Höhe zusammengepressten Korkscheiben bestehenden Tragfedern in entsprechend geformte gusseiserne Büchsen eingeschlossen, deren Oberkasten an den Unterkanten der Seitenbäume mittelst je zwei angegossener Lappen und 13^{mm} starker Kopfhalsschrauben befestigt ist, während die schwach (um 2^{mm}) gewölbten Bodenflächen der Unterkasten auf den geraden Flächen der Achsbüchsentheile frei aufliegen und, mit Hülfe des entsprechenden Spielraumes in den Achsgabelführungen der Achsbüchsen, selbst eine in den scharfen Curven und bei dem mangelhaften Oberbau sehr nothwendige geringe Beweglichkeit nach allen Richtungen hin dadurch gestatten, dass die Federspann- und Führungsbolzen mit ihren gewölbten Köpfen in entsprechend geformten, nur mit etwas grösserem Radius beschriebenen Vertiefungen im Mittel der Achsbüchsenobertheile aufliegen; die oberen mit Muttern versehenen Enden der Bolzen führen sich in den, dem zulässigen Spiel der Feder (40^{mm}) entspre-

chend tief gebohrten runden Löchern der Seitenbäume. Eine solche (in Fig. 9 auf Tafel XXXVIII dargestellte) Feder von sieben Scheiben hat eine Tragfähigkeit von ca. 35 Ctr. und kostet ca. 3 Mark, während eine gleich starke, jedenfalls aber nicht so haltbare Feder aus Kautschuk mindestens das Dreifache kostet. — Ferner sind, um eine zu rasche seitliche Abnutzung der ebenfalls aus Composition gegossenen und abgedrehten, auf die Rückseiten der hölzernen Dichtungsscheiben geschraubten Achsenführungsringe in den Curven zu verhüten und dem dabei auf je zwei Ringflächen stattfindenden Centrifugaldruck eine grössere Fläche zu bieten, an den inneren Vorderwänden der Achsbüchsenobertheile, genau in der Verlängerung der Achsenlängsmittel, 33^{mm} grosse kreisrunde Warzen angegossen, deren Stärken so bemessen sind, dass, in gerader Bahn und bei normalem Stand des Wagens, die sauber bearbeiteten geraden Flächen dieser Wagen, welche den schwach gewölbten Köpfen der Lagerhälse zunächst liegen, von diesen um ebensoviel (3^{mm}) abstehen, als die Reibungsflächen der obigen Führungsringe von den betreffenden Naben resp. Achsenvorsprüngen; hierdurch findet in den Curven der ausgeübte Druck auf je zwei der betreffenden Wagen und Ringe gleichzeitig statt. Die früher warm auf die Achsenhälse gezogenen, die Stelle einseitiger Lagerbunde vertretenden schmiedeeisernen Ringe sind bei diesen Wagen in Wegfall gekommen und reiben eventuell die erwähnten Compositionsringe direct an den 10^{mm} breiten, mit kleinen Hohlkehlen abgesetzten Achsenvorsprüngen, welche durch das Abdrehen der 82^{mm} starken Achsen auf die 65^{mm} Stärke der Achshälse, unmittelbar vor den Naben gebildet werden.

Was endlich die Schmiervorrichtung (vergl. Fig. 9 u. 10 auf Taf. XXXVIII) für die Achslager betrifft, so besteht dieselbe bei obigen Wagen aus einer Doppelfeder von wellenförmig gebogenem Stahlblech Nr. 30, welche oben durch zwei aufgenietete Bänder verbunden und in dem unteren Raume mit Baumwolle gefüllt ist, um dem Herausschleudern und Dickwerden des Schmieröls zu begegnen, während das eigentliche Schmierpolster aus drei zusammengenähten Filzstreifen und zwei Saugdochten besteht, die unten die Länge und Breite der zwischen den Federbändern gebildeten oberen Oeffnung: 65 $\times$ 26^{mm} haben; in der Länge aber sind die beiden äusseren Streifen oben dergestalt ausgeschnitten, dass beim Einbringen des Kissens in die Feder sich dieselben mit ihren oberen, über die Federfläche vorstehenden 13^{mm} hohen Rändern auf die oberen Verbindungsbänder der Feder auflegen, selbst bei starkem Druck und Stössen ein Hineindrücken des Kissens in die Feder verhindern und damit ein fortwährendes Anliegen der äusseren Filzplatten an den Achshals sichern. Die Auswechselung etwa schadhaft oder schmutzig gewordener Kissen, die sich übrigens mehrmals waschen lassen, ist durch diese Einrichtung sehr leicht, rasch und billig möglich, da die Federn eine fast unbegrenzte Dauer haben.

Das Schmieröl, zur Zeit noch: $^2/_3$ entsäuertes Rüböl und $^1/_3$ Petroleum, wird direct in den Unterkasten der Achsbüchsen eingebracht, und reicht 0,25 Kilogr. dieser Mischung für ca. drei Monate täglichen Betriebes.

Sämmtliche Holz- und Eisentheile dieser oben beschriebenen Wagen erhalten einen zweimaligen Anstrich von Firnissfarbe, haben einen Inhalt oder Bodenraum von 15 Tonnen = 3,3 Cubikmeter und stellt sich deren Gesammtgewicht bei einer Tragfähigkeit von 5 Tonnen auf 1459 Kilogr. und zwar wiegt:

Der Wagen selbst, incl. Zug-, Tragfedern und Achsbüchsen .	875	Kilogr.
Die Bremse	87,5	-
Die beiden Achsen mit Räder	487,5	-
Summa	1450,0	Kilogr.

Die Herstellungskosten eines solchen Wagens stellen sich nicht höher, sondern neuerdings noch etwas niedriger als die eines ganz hölzernen Wagens von gleicher Tragfähigkeit; ebenso stellt sich das Eigengewicht um 50 Kilogr. niedriger als bei den letzteren.[13])

Die »Grundzüge« enthalten über die Achsen, Räder, Achsschenkel etc. folgende den Locomotiven und Wagen gemeinschaftliche Bestimmungen:

§ 72. **Räder.** Bahnen I u. III: Räder von Stahl, Schmiedeeisen und Gusseisen sind zulässig; ebenso Radgestelle aus Holz.

Auf gusseiserne Räder dürfen jedoch keine Bremsen wirken. Bei Holzrädern darf die Bremse nicht bloss auf ein Rad derselben Achse wirken.

Bahnen II: Wie vorstehend ad I. Auch bei gusseisernen Rädern dürfen Bremsen angewendet werden.

§ 73. **Radreifen.** Bahnen I, II u. III: Im normalen Zustande sollen die Radreifen eine conische Form von mindestens $^1/_{20}$ Neigung haben.

§ 74. Bahnen I u. II: Die Radreifen sollen eine Breite von mindestens 130^{mm} haben.

Bahnen III: Die Radreifen sollen bei 1^m Spurweite $120-130^{mm}$ und bei $0^m,75$ Spurweite $100-110^{mm}$ Breite haben.

§ 75. **Spurkränze.** Bahnen I: Sämmtliche Räder müssen mit Spurkränzen versehen sein. Die Höhe der Spurkränze darf, von der Oberkante der Schienen gemessen, bei mittlerer Stellung der Räder nicht weniger als 25^{mm} und auch im Zustande der grössten Abnutzung nicht mehr als 35^{mm} betragen.

Bahnen II: Für Abtheilung 1 wie vorstehend ad I.

Für Abtheilung 2: Bei Rädern mit inneren Spurkränzen sollen die letzteren mindestens 13^{mm}, höchstens 35^{mm} haben. Wenn die Wagen mit beweglichen Rädern auch auf chaussirte oder gepflasterte Wege übergehen sollen, können innere und auch äussere Spurkränze (Spurrinnen) zur Anwendung kommen.

Bahnen III: Sämmtliche Räder müssen mit Spurkränzen versehen sein, deren Höhe von der Oberkante der Schienen gemessen, bei mittlerer Stellung des Rades neu und abgenutzt betragen soll $23-28^{mm}$.

§ 76. Bahnen I u. II: Der Spielraum für die Spurkränze (nach der Gesammtverschiebung der Achse an dieser gemessen) darf nicht unter 10^{mm} und auch bei grösster zulässiger Abnutzung nicht über 25^{mm} betragen. Nur bei den Mittelrädern sechsrädriger Locomotiven ist ein Gesammtspielraum (bei übrigens gleichem lichten Abstande zwischen den Rädern) bis 40^{mm} zulässig.

Bahnen III: Der Spielraum für die Spurkränze (nach der Gesammtverschiebung der Achse an dieser gemessen) soll neu und abgenutzt betragen $8-20^{mm}$.

§ 77. **Abnutzung der Radreifen.** Bahnen I u. II: Die geringste noch zulässige Stärke der Radreifen muss bei Locomotiven und Tendern mindestens 19^{mm}, bei Wagen 16^{mm} betragen.

Bahnen III: Die Stärke der Radreifen der Locomotiven- und Tenderräder soll im Minimum 12^{mm} betragen.

Bei Wagen ist das Maass von 10^{mm} im Minimum zulässig.

§ 78. **Abstand der Räder.** Bahnen I: Die Räder an einer Achse müssen in unverrückbarer Lage gegen einander festgestellt sein.

Der lichte Abstand zwischen den Rädern (innere lichte Entfernung zwischen den beiden Radreifen) soll im normalen Zustande $1^m,360$ betragen. Eine Abweichung bis 3^{mm} über oder unter diesem Maasse ist zulässig.

Bahnen II: Für Abtheilung 1, wie vorstehend ad I.

Für Abtheilung 2: Auch bei losen Rädern und durchschnittenen Achsen muss der lichte Abstand zwischen den Rädern die gleiche normale Entfernung beibehalten.

---

[13]) Nach den Mittheilungen des Ingenieurs H. Leippert in Kattowitz im Organ für die Fortschr. des Eisenbahnwesens 1868, p. 64 und 1869, p. 6.

Bahnen III: Der lichte Abstand zwischen den Rädern soll in normalem Zustande betragen 936^{mm} resp. 690^{mm}.

Dabei sind 3^{mm} mehr oder weniger zulässig. Uebrigens wie ad I.

§ 79. Achsen. Bahnen I: Achsen vom besten Eisen können im Verhältnisse der folgenden Scala bei einem Durchmesser in der Nabe von:

100^{mm} mit 3800 Kilogr.
115 - - 5500 -
130 - - 8000 -

Bruttolast im Maximum belastet werden.

Bei Anwendung von Gussstahl (Tiegel-, Bessemer- und Martinstahl) können diese Belastungen um zwanzig Procent erhöht werden.

Für die Achsen der Personenwagen sind, der Sicherheit wegen, die Maximalbelastungen zwanzig Procent geringer anzunehmen.

Bei Tendern und Wagen sollen die Achsen keine Absätze an den Naben erhalten. Bei allen Achsen überhaupt sind scharfe Absätze durchaus zu vermeiden.

Bahnen II: Für Abtheilung 1, wie vorstehend ad I.

Für Abtheilung 2 können die Belastungen bei gleicher Achsenstärke um zwanzig Procent höher angenommen werden. Im Uebrigen gelten die Bestimmungen wie ad. I.

Bahnen III: Bei einem Durchmesser der Räder von nicht über $0^{m},950$ ist für Achsen vom besten Eisen mit einem Durchmesser in der Nabe von:

90^{mm}, 3300 Kilogr. und 80^{mm}, 1800 Kilogr.

Bruttobelastung in maximo zulässig und bei einem Durchmesser der Räder nicht über $0^{m},600$ für Achsen mit einem Durchmesser in der Nabe von:

85^{mm}, 3300 Kilogr. und 75^{mm}, 1800 Kilogr. desgleichen.

Unter Personenwagen sind bei keiner Spurweite Achsen zulässig, deren Stärke in der Nabe weniger als 90^{mm} beträgt.

§ 80. Achsschenkel. Bahnen I: Die Stärke der Achsschenkel ist der Bruttobelastung entsprechend zu wählen, und wird mit Bezug auf § 79 bei einem Schenkel-Durchmesser von:

65^{mm} eine Bruttolast pro Achse von 3800 Kilogr.
75^{mm} - - - - - 5500 -
85^{mm} - - - - - 8000 -

als Maximum für angemessen erachtet. Bei Anwendung von Gussstahl (Tiegel-, Bessemer- und Martinstahl) können diese Belastungen um zwanzig Procent erhöht werden. Bei einer Verminderung des Durchmessers unter diese Maasse durch Abnutzung ist die Belastung entsprechend herabzusetzen.

Als Länge der Achsschenkel wird das $1^{3}/_{4}$—$2^{1}/_{3}$fache des Durchmessers empfohlen.

Auch bei den Achsschenkeln sind alle scharfen Absätze zu vermeiden und ist der Uebergang in den Achsschenkel durch eine entsprechend Curve zu vermitteln.

Bahnen II: Bei Abtheilung 1, wie vorstehend ad I.

Bei Abtheilung 2 können die Belastungen bei gleicher Schenkelstärke um zwanzig Procent höher angenommen werden. Im Uebrigen gelten die Bestimmungen wie ad I.

Bahnen III: Für die Stärke der Achsschenkel wird bei einem Schenkeldurchmesser von:

55^{mm} eine Bruttobelastung der Achse von 3300 Kilogr.
40^{mm} - - - - - 1800 -

als Maximum für angemessen erachtet. Als Länge der Schenkel wird das $1^{3}/_{4}$—$2^{1}/_{3}$fache des Durchmessers empfohlen.

Bei Anwendung von Gussstahl (Tiegel-, Bessemer- und Martinstahl) können die Belastungen um zwanzig Procent erhöht werden.

Auch bei den Achsschenkeln sind alle scharfen Absätze zu vermeiden und ist der Uebergang in den Achsschenkel durch eine entsprechende Curve zu vermitteln.

Radstand. Herr Hallbauer hat empirische Formeln für die festen Radstände aufgestellt, welche den Radstand s als Wurzelgrösse des kleinsten Curvenhalbmessers R geben und so lauten:

$$\text{für Wagen} \quad s = 0{,}28\sqrt{R}$$

$$\text{für Locomotiven} \quad s = \frac{0{,}2527\,R}{\sqrt{R + 70}}$$

Diese Formeln stimmen mit der Wirklichkeit überein, geben aber für kleine Radien zu kleine Radstände. Sie gelten für die Normalspur allein, und indem sie nach den Bestimmungen der Hauptbahnen ausgemittelt sind, gelten sie eigentlich für Bahnen, auf welchen mit einer grösseren Geschwindigkeit gefahren wird, als es auf Secundärbahnen der Fall zu sein pflegt. Nimmt man an, dass das Verhältniss »Radstand zum kleinsten Curvenhalbmesser« für die verschiedenen Spurweiten geometrisch gleich bleibt, so lässt sich, wenn wir mit b die Spurweite und mit k einen Coëfficienten bezeichnen, für Wagen die empirische Formel aufstellen

$$s = b \,.\, k\sqrt{R}\,.$$

Es ergiebt sich:

für die Normalspur nach obiger Formel $k = 0{,}19$
für die Winkeln-Appenzell-Herisau-Bahn $k = 0{,}263$
für die Festiniog-Bahn . . . . . . $k = 0{,}215$
für die Ergastiria-Bahn . . . . . . $k = 0{,}187$
für die Rostoken-Marksdorf-Bahn . . $k = 0{,}245$

Man kann sich daher mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit, zur Bestimmung des festen Radstandes von Wagen secundärer Bahnen, der folgenden Formel bedienen:

$$s = 0{,}2 \,.\, b \,.\, \sqrt{R}$$

in welcher:

s den Radstand,
b die Spurweite und
R den Halbmesser der kleinsten Curve

in Metern bedeutet.

Die Aufstellung empirischer Formeln für den Radstand von Locomotiven hat indess wenig Werth, und es ist viel lohnender, jeden einzelnen Fall zu untersuchen und sich gute Ausführungen als Beispiele zu wählen.

Für Fahrzeuge mit Radialachsbüchsen kann man sich der von J. D. Balder aufgestellten Formel bedienen. Heisst a die Summe des halben festen Radstandes und der Entfernung der Radialachse von der nächsten Achse des festen Radstandes, welchen wir mit b bezeichnen, so ist der Radius der Radialachsbüchse durch die Formel:

$$\varkappa = \frac{a - \frac{b^2}{a}}{2}$$

ausgedrückt.

§ 9. Vorrichtungen zum Ueberladen von schmalspurigen Wagen. — Das Ueberladen wurde öfters als ein Hauptübelstand der schmalspurigen Bahnen betrachtet. Eine Berechnung der Umladungskosten lässt sich für jeden Specialfall anstellen und ist Aufgabe des Betriebes. Besondere Vorrichtungen wird man nur bei denjenigen Transportgegenständen anlegen, deren Verladung massenhaft geschieht oder in der gewöhnlichen Weise nicht vorgenommen werden kann. Am häufigsten werden

es Steine, Kohlen und Erze sein, welche besondere Vorrichtungen zum Ueberladen erfordern.

Zu diesem Zwecke werden die schmalspurigen Wagen, aus welchen solche Gegenstände in die Wagen der angrenzenden Hauptbahn überladen werden sollen, wenn irgend thunlich, über die Hauptbahngleise gefahren, und es werden dann entweder die klappenartig angebrachten Thüren einfach geöffnet, wobei der Inhalt zum Theil durch sein eigenes Gewicht sich in die unten stehenden Wagen der Hauptbahn entleert, oder es werden zu diesem Zwecke die schmalspurigen Wagen auf besondere Kippvorrichtungen gestellt. In beiden Fällen werden geneigte Trichter angewendet, durch welche das Material gleiten muss, um eine Beschädigung des Materials wie der Wagen möglichst zu verhüten. Die Kippvorrichtungen bestehen gewöhnlich in einer Art Scheibe mit horizontaler Kippachse. Letztere trägt einen Zahnkranz, welcher mittelst einer Schraubenspindel gedreht wird. Der schmalspurige Wagen fährt auf die Scheibe, wird gedreht, so dass sein Inhalt durch die geöffnete Thüre vollständig herausfallen kann, und muss dann in seine frühere Lage zurückgedreht werden, um ihn wegzufahren und um auf seine Stelle einen neuen Wagen zu bringen. Diese Art Umladung sieht man besonders oft bei den Hohöfen Englands ausgeführt. Bei schmalspurigen Bahnen kann die Manipulation dadurch vereinfacht werden, dass man die Stein- und Erzwagen der schmalspurigen Bahn mit einem sattelförmigen Boden versieht, so dass, sobald die Längswände geöffnet werden, der Inhalt von selbst herausfällt. Dadurch wird zwar die Ladungsfähigheit der Wagen vermindert, der Wagen wird etwas schwerer und theurer, auch die Schwerpunktslage etwas ungünstiger werden. Diese Gründe sind indess so unwesentlich, dass die Anwendung jener Construction, unter Umständen dennoch recht vortheilhaft und räthlich sein kann, wie dies sich bei den Erzwagen der Broelthalbahn herausgestellt hat. Vergl. p. 89 und Fig. 1—4 auf Tafel XXXIV.

Bei allen übrigen Transportgütern ist die Frage des Ueberladens durch das System Heusinger von Waldegg gelöst. Dabei ist ausser den schmalen Spurweiten von 1^m und $0^m,75$ noch die Möglichkeit einer aussergewöhnlichen Spurweite von $0^m,60$ vorgesehen. Die Ladungsfähigkeit der normalspurigen Wagen ist zu 10 Tonnen, diejenige der 1^m spurigen zu 5 Tonnen, die der $0^m,75$ zu 2,5 Tonnen und endlich die der $0^m,6$ spurigen zu 1 bis 1,5 Tonnen angenommen, und es werden folgende Dimensionen für die Wagenkästen vorgeschlagen:

	Normalspurige Bahn	Schmalspurige Bahnen		
Spurweite	von $1^m,435$	von $1^m,0$	von $0^m,75$	von $0^m,6$
Länge	$5^m,25$	3^m	$2^m,50$	$1^m,50$ bis $2^m,50$
Breite	$3^m,00$	$2^m,50$	$1^m,45$	$0^m,90$
Höhe	$1^m,0$	$1^m,0$	$1^m,0$	$1^m,0$

Nach diesen und anderen noch weiter festzusetzenden Dimensionen müssen, auf den Schmalspurbahnen, sämmtliche Güterwagen in allen Theilen, genau nach vorher bestimmten Schablonen, ganz in Eisen construirt und zwar die Kasten von den Untergestellen getrennt ausgeführt werden.

Auf Tafel XLI sind in Fig. 1 die Untergestelle von einem normalspurigen Wagen und einem solchen von 1^m Spurweite nebst den beweglichen Wagenkasten in Ansicht und in Fig. 2 im Grundriss gezeichnet. Die Gleise der schmalen Spur stossen an der Ueberladestelle rechtwinklig auf die normale Spur und liegen um so viel höher, als der geringere Raddurchmesser und die leichtere Construction der

schmalspurigen Untergestelle es erfordert, um die Böden der Wagenkasten von beiden Spuren in eine Höhe zu bringen.

Die Wagenkasten *A* sind, wie oben bemerkt, ganz von Eisen construirt und ruhen auf vier gusseisernen abgedrehten, mit Spurrändern versehenen Rollen *a a*, mit welchen sie auf eisernen, doppel-T-förmigen Langschwellen *b b* des schmalspurigen Untergestelles *B* verschoben werden können. Genau der Spurweite dieser Langschwellen *b b* entsprechend, sind auf dem Untergestelle *C* des normalspurigen Wagens vier Querschwellen *c c* (ebenfalls aus doppel-T-Eisen, jedoch niedriger) aufgenietet, welche mit jenen Langschwellen *b b* auf der oberen Fläche in gleichem Niveau liegen. Zur Verbindung der Schwellen *b* und *c* dienen die beiden doppel-T-förmigen Brücken *d d*, welche mittelst angenieteter doppelter Laschen und der Durchsteckbolzen *e e* sehr rasch angeschlossen werden können, wie aus dem Detail Fig. 4 zu entnehmen ist.

Nachdem diese Verbindung hergestellt ist, können ein oder höchstens zwei Mann einen mit 100 Ctr. beladenen Wagenkasten mit der grössten Leichtigkeit auf das Untergestell des normalspurigen Wagens hinüberschieben und mittelst der vier Bolzen *f f*, welche in entsprechende Löcher seitlich von den Rollen im Kasten und Rahmen des Untergestelles eingesteckt und durch Vorstecker am Herausfallen verhindert sind, fest angeschlossen werden, wie deutlich aus der in grösserem Maassstab gezeichneten Fig. 5 zu ersehen ist.

Um den zweiten Wagenkasten auf das Untergestell *C* zu verladen, wird das freigewordene Untergestell *B* der schmalspurigen Bahn, mittelst einer Ausweiche, in ein Nebengleis geschoben und ein zweiter beladener schmalspuriger Wagen an die Stelle des ersten gerückt, während der Wagen *C*, in der Richtung des Pfeils (Fig. 2), soweit verschoben wird, bis die anderen Querschwellen *c c* mit den Langschwellen *b b* des neuen Wagens *B* correspondiren, alsdann werden die Verbindungsbrücken *d d* an *b* und *c* angebolzt und wie beim ersten Wagen verfahren, der Kasten hinübergerollt und fest angeschlossen etc.

Wie aus den Figuren 1, 2 und 3 zu ersehen ist, sind die beweglichen Kasten *A* der Art von Eisen construirt, dass die Endwände halbkreisförmig die Seitenwände um 1^{m},25 überragen und mittelst durch Winkeleisen (nach Innen) eingesäumter Blechstreifen *g g*, von 250^{mm} Breite, versteift werden. Oben in der Mitte sind ausserdem beide Endwände durch das in Oesen eingehakte und leicht abnehmbare Holz *h* verbunden. In der Mitte der beiden Seitenwände sind oben in Scharnieren hängende, eiserne Klappthüren *k k* angebracht, und in den beiden Endwänden die hölzernen, seitwärts in Scharnieren sich drehenden, hohen Thüren *l*; letztere werden durch starke, in der Mitte um einen Bolzen sich drehende Vorlegeeisen *m* geschlossen und dienen hauptsächlich zum Verladen von Pferden und Rindvieh, von welchen drei Stück, wie Fig. 2 zeigt, bequem in einem solchen Wagenkasten Platz finden; dieselben stehen demnach auf der Schmalspurbahn in der Längenrichtung und auf der normalspurigen Bahn in der Querrichtung des Wagens.

Die niedrigen Seitenthüren *k* können durch den Riegel oder Vorreiber verschlossen und beim Entladen durch die Stütze *m* aufgestellt werden; diese Thüren dienen vorzugsweise zum schnellen Entladen von Kohlen, Erzen, Rohproducten, welche durch dieselben, ebenso wie auch durch die Thüren in den Endwäden ausgeschaufelt werden können, während alle anderen Colligüter, theils mittelst Krahn durch die grossen Oeffnungen des Kastens von oben oder auch theils aus freier Hand, bequem durch die hohen Endthüren *l* ein- und ausgeladen werden können. Gegen die Witterungseinflüsse können die Waaren sehr gut durch übergespannte wasserdichte

Laken (Wagendecken) geschützt werden, welche an die ringsum an den Endwänden und Seitenwänden angebrachten, eisernen Ringe *i i* dicht angebunden und von dem Deckenholze *h*, sowie von den bogenförmigen Blechstreifen *g g* gut unterstützt werden und so eine glatte Decke bilden, auf welcher kein Regenwasser sich ansammeln und eindringen kann.

Auf diese Weise ersetzen diese offenen Wagenkasten vollkommen zugleich die bedeckten Wagen und sind zu den verschiedenartigsten Transporten zu verwenden, was für secundäre Bahnen von ausserordentlicher Wichtigkeit ist und zur Verminderung des Wagenparks wesentlich beiträgt.

Selbst zu Langholztransporten sind dieselben Untergestelle der Schmalspurbahn zu verwenden, indem dieselben in der Mitte des Rahmens mit dem massiven Gussstück *n* (mit Drehbolzen für den mit Rungen versehenen Drehschemel) ausgestattet werden und die durchgehende Zugstange auf beiden Seiten von dem Drehbolzen vorbei geführt werden kann, demnach die Wirksamkeit der Zugfeder aufnimmt.

Sollen Wagenkasten einer Schmalspurbahn von $0^m,75$ auf die normalspurige Bahn übergerollt werden, so stossen die Ueberladegleise der Schmalspurbahn nicht rechtwinkelig auf die normalspurigen Gleise, sondern laufen mit ihr parallel, wie Fig. 6 zeigt, indem hier die Kasten *F* der Schmalspurbahn, mittelst vier Rollen, ebenfalls auf Querschwellen des Untergestelles, wie bei den normalspurigen Wagen, ruhen, und nachdem die Verbindungsbrücken *d* angebracht, ebenso leicht, wie bei den oben beschriebenen Wagen von $1^m,0$ Spurweite übergerollt werden können. Es werden jedoch auf den Untergestellen *C* des normalspurigen Wagens, jedesmal in der Breite eines Wagengleises, zwei Kasten *F* von $0^m,75$ Spurweite Platz finden, so dass also jenes Untergestell vier Wagenkasten der Schmalspur von $0^m,75$ aufnimmt, um die volle Ladung von 200 Ctr. zu erhalten.

Die Untergestelle der schmalen Spur von $0^m,75$ werden am besten nach dem Einbuffersystem, wie in Fig. 6 bei *p p* angedeutet, eingerichtet. Die Kasten dieser Schmalspur erhalten nur an jeder Langseite eine Klappthüre von etwa $0^m,75$ Breite und Höhe; diese Kasten eignen sich ebenfalls zu den verschiedenartigsten Transporten, nur der Transport von Grossvieh bleibt naturgemäss ausgeschlossen. Um Waaren und andere Transportgegenstände in diesen kleinen Kasten vor Nässe zu schützen, werden entweder leichte bewegliche Dächer darüber befestigt, oder wasserdichte Laken über eingesteckte Spriegel darüber gespannt.

In derselben Weise können auch die Kasten der schmalsten Spur von $0^m,60$ Weite eingerichtet und ganz ebenso von Parallelgleisen aus auf die normalspurigen Untergestelle übergerollt werden; von denselben würden dann auf einen normalspurigen Wagen im Ganzen sechs Stück, d. h. drei Stück in der Breite des Wagens neben einander und ebenso drei Stück auf einen Wagen von 1^m Spur zu stehen kommen.

§ 10. Vorrichtungen zur Erleichterung des Befahrens starker Curven. — Die Steifigkeit der Fahrzeuge ist die wichtigste Grenze, welche den Secundärbahnen gesetzt ist, und man ist deshalb noch mehr, als bei den Fahrzeugen der Hauptbahnen, bemüht, die Schwierigkeiten des Curvenfahrens durch passende Constructionen zu beseitigen. Theoretisch sehr vollständig, aber praktisch sehr schlecht, war das vielbesprochene Arnoux-System, welches im 2. Bande, 2. Aufl., p. 625 beschrieben wurde und wir daher nicht mehr berühren wollen. Die Conicität der Räder, die richtige Form des Schienenkopfes, eventuell das Schmieren der Laufflächen der Bandagen etc. sind alles Umstände, welche, neben guter Ausführung und Erhaltung des Oberbaues und des Fahrmaterials, beim Befahren starker Curven

sehr viel mitzusprechen haben. Die Verminderung des Radstandes kann zwar weiter getrieben werden, als bei Hauptbahnen, allein auch das hat seine Grenzen.

Die Mittel, welche man zur Verfügung hat, wenn es sich um die Ueberschreitung der üblichen Grenzen handelt, sind

a) Constructionen, welche bezwecken, dass sich die beiden Räder derselben Achse unabhängig von einander drehen können;

b) Constructionen, welche eine Verschiebung in der Längsrichtung der Achse oder eine horizontale Drehung um einen Mittelpunkt beim Befahren von Curven bezwecken;

c) Constructionen, welche je zwei Achsen in einem festen Drehgestelle verbinden und ein oder mehrere solcher Drehgestelle anbringen;

d) Anwendung der hohlen Achsen von Clark;

e) Weglassen des Bandagenwulstes an der Mittelachse der dreiachsigen Locomotiven. —

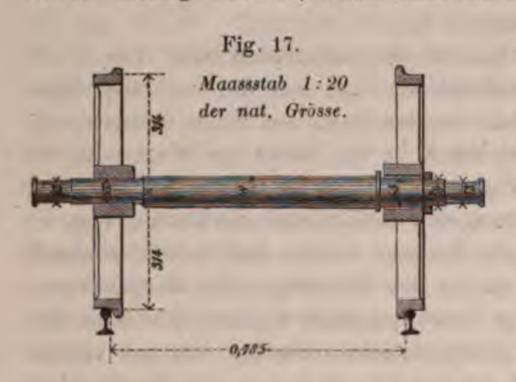
f) Ausser diesen Constructionen führen wir noch diejenigen an, welche eine Drehung der Achsen in der verticalen Ebene bezwecken und eigentlich das Befahren starker Curven erst in zweiter Linie zum Ziele haben.

Diese einzelnen Constructionen sollen im Folgenden, soweit sie die Secundärbahnen angehen, besonders beschrieben werden.

a) Anwendung von losen Rädern. Wenn eine Achse eine Curve durchfährt, so muss das Aussenrad einen längeren Weg beschreiben, als das innere, und wirkt, im Falle beide auf der Achse festgepresst sind, auf das andere bremsend ein. Diesen Uebelstand kann die Conicität nur zum Theil und dann sehr unregelmässig abhelfen, weshalb es sehr nahe liegt, die Räder von einander unabhängig zu construiren. In dieser Richtung sind schon, seit dem allerersten Anfang der Eisenbahnen, sehr viele Versuche und Erfindungen gemacht worden, von denen für uns nur diejenigen einen Werth haben, bei welchen das eine Rad mit der Achse fest verbunden ist, während sich das andere Rad lose umdrehen kann. Im geraden Gleise sollen sich beide Räder gleich schnell umdrehen, weshalb es eine selbstverständliche Bedingung ist, dass das lose Rad sehr fest sitzt und eigentlich erst in den stärksten Curven den Unterschied der Umdrehungsgeschwindigkeiten hervorbringt. Theoretisch richtig wäre es, wenn man die Reibung in der Nabe regeln könnte.

Fig. 17.

Maassstab 1:20 der nat. Grösse.



Diese Constructionen könnten zu guten Resultaten führen, wenn sie gut ausgeführt würden, wozu indess den meisten Secundärbahnen die Mittel fehlen. Der Mangel an ausgezeichneten Werkstätten für Eisenbahnmaterial macht es sehr begreiflich, dass weder die Ausführung noch die Unterhaltung derart sein kann, um ein maassgebendes Urtheil für alle Fälle aus solchen vereinzelten Versuchen zu ziehen. Darin liegt aber auch die Ursache, warum sich diese Constructionen so wenig eingelebt haben und warum ihnen auch wenig Zukunft in Aussicht zu stellen ist. Vorstehende Fig. 17 zeigt eine an der Broelthalbahn bei Hartgussrädern und bei Schmiedeeisenrädern mit schmiedeeisernen und auch mit gusseisernen Naben, in den sechsziger Jahren, versuchsweise angewandte Construction dieser Art.

Die Gründe, warum man diese Construction verworfen hat und warum man dort seitdem nur feste Radsätze anwendet, bestanden darin, dass das lose Rad auf der Achse schnell ausgeschlissen wurde und dass sich die Bandagen viel schneller und unregelmässiger ausnutzten als bei festen Radsätzen. Achsenbrüche waren häufig, und zwar desto häufiger, je länger man die Nabe machte. Die Brüche fanden stets an der Innenseite der Nabe des drehbaren Rades, dicht an derselben, statt.

Der Erbauer der Broelthalbahn, Herr Langen, welcher auch jene Versuche geleitet hatte, hat später diese Construction bedeutend verbessert, indem er das lose Rad von beiden Seiten durch zwei hydraulisch aufgepresste schmiedeeiserne Scheiben (*a* und *b*, Fig. 7 auf Tafel XLI) einfasste. Der Verschleiss soll sich auf diese Weise auf die Pfannen beschränken, auch soll das lose Rad sich nur sehr wenig drehen.

Andere Versuche mit losen Rädern wollen wir hier nicht anführen, indem sie complicirtere Constructionen, welche deshalb noch weniger für Secundärbahnen passen, voraussetzen. Das Ausschleissen in der Nabe ist ein Feind dieser Einrichtungen und lässt sich nur dann vollends beseitigen, wenn man das Rad mit der Achse fest verbindet.

b) Constructionen mit horizontaler Achsenverschiebung. Ein Typus dieser Construction in grosser Vollkommenheit ist in den Wagen der provisorischen Mont-Cenisbahn gegeben; dessen nähere Beschreibung liegt jedoch ausser dem Bereich der vorliegenden Besprechung. Etwas einfacher und daher unserem Begriff der Secundärbahnen angemessener ist die Clark'sche Construction, wie solche an den Wagen einer Eisenbahn von 3′ 6″ engl. Spurweite in Canada angewendet wurde. Die Wagen sind 35′ 3″ ($10^m,75$) lang und können Curven von 100^m Radius befahren. Die drei Achsen sind je 11′ 6″ ($3^m,50$) von einander entfernt, und die Mittelachse ist in ihrer Länge um $2^1/_4$″ (57^{mm}) verschiebbar. Die Achsbüchsen sind mittelst Röhrenstangen und Scharniere mit einander verbunden, so dass sie ihre gegenseitige Entfernung nicht ändern können.

Diese Wagen haben centrale Buffer und norwegische Kuppelung; nur die Zugvorrichtung ist verschieden, indem die Zugstange nicht durchgehend ist.

Aehnliche Constructionen mit verschiebbaren Achsen sind auch auf der Queensland Great Northern, auf der Südbahn und Westbahn von Queensland, in Honduras, in Coquimbo (Chili) und an anderen Orten zur Anwendung gekommen.

Die Anbringung der in ihrer Länge verschiebbaren Achsen bei Locomotiven ist bei der Beschreibung der einzelnen Locomotiven erwähnt worden. In unserem Falle wird sie nur bei dreiachsigen Locomotiven zur Anwendung kommen, und zwar dann, wenn die drei Achsen verkuppelt sind. Es wird die Mittelachse als Triebachse in der Regel unverschiebbar gemacht, während die Vorder- und die Hinterachse die gleichen Längenverschiebungen bekommen. Die Detailausführung der Kuppelstangen etc. ist in einer anderen Abtheilung des vorliegenden Werkes beschrieben worden.

Eine viel vollständigere Lösung der Achsenverschiebungsfrage geben die Radialachsbüchsen von welchen wir p. 75 eine Anwendung in den Fowler'schen Wagen für die Neu-Südwales'schen Eisenbahnen Fig. 7—9 auf Tafel XXX gegeben hatten.

Bei Locomotiven für Secundärbahnen wird es seltener zweckmässig sein, die Radialachsbüchsen in Anwendung zu bringen.

c) Constructionen mit Drehgestellen, welche mehrere Achsen verbinden, sind bei Secundärbahnen selten mit Vortheil anzuwenden.

Hierher gehören auch die Systeme von Fairlie, Mayer, Rarschaert etc., welche an anderem Ort beschrieben sind.

d) Die Hohlachsen von Clark. Bei dieser Einrichtung befindet sich die eigentliche Trieb- und Kuppelachse in einer röhrenförmigen Achse, mit welcher die Trieb- oder Kuppelräder vereinigt sind; und diese beiden Achsen hängen bloss in der Mitte zusammen, so dass sich eine ohne die anderen nicht umdrehen kann, dagegen aber gegenseitig eine Neigung oder Verschiebung annehmen können, ohne die Umdrehung zu beeinflussen. Zu diesem Zwecke sind die beiden in einander steckenden Achsen in der Mitte mittelst eines Keiles oder mittelst einer ähnlichen Vorrichtung, welche eine Verschiebung in der Länge erlaubt, mit einander verbunden und haben an den Enden genügendes Spiel. Jede Achse muss für sich gelagert sein.

Diese theoretisch sehr vollständige Lösung der Achsenbewegungen wird für die Praxis wahrscheinlich zu complicirt sein, besonders bei Secundärbahnen.

e) Die Anwendung glatter Bandagen an der Mittelachse der dreiachsigen Locomotiven ist ein Mittel, welches sehr zweckmässig wäre, wenn seine Wirkung nicht so enge Grenzen hätte. Indem man nämlich die Bandage nicht sehr breit machen kann, darf auch die Verschiebung nicht gross angenommen werden. Ausserdem wird sich die glatte Bandage bald ausschleissen, und wenn die Verschiebung auf unregelmässigen und abgenutzten Schienenflächen geschehen muss, so wird ihre Wirkung noch weniger vortheilhaft sein, als wenn sie in den Achsen angebracht wäre. In den meisten Fällen wird aber bei Secundärbahnen die Oberfläche abgenutzter Schienen noch unregelmässiger sein, als dieses bei Hauptbahnen der Fall ist.

f) Eine zweckmässige Verbesserung des Fahrens mit kleinem Radstand erzielt man dadurch, dass die Achsen nicht nur senkrecht in den Rahmen geführt werden, sondern dass ihnen eine kleine Bewegung in der Verticalebene ermöglicht wird. Bei vierrädrigen Locomotiven erzielt man diese Einrichtung durch die Aufhängung an drei Punkten, indem man auf der Hinterachse eine Querfeder anbringt. Bei Wagen sind auch Querfedern versucht worden, aber nur neben den Längsfedern. Das Aufhängen in drei Punkten ist bei vierrädrigen Locomotiven deshalb angewandt, weil man die beiden Achsen nur dann gleichmässig belasten konnte, wenn die Hinterachse entweder ganz oder beinahe unter die Feuerbüchse verschoben wurde, wobei sich aber Längsfedern schlecht anbringen liessen, besonders bei innenliegenden Rahmen.

Wenn die Bewegungen der Federn gleich sein sollten, so müsste der Schwerpunkt des Fahrzeuges über dem Schwerpunkt des Basisdreieckes liegen, oder man müsste ungleich harte Federn nehmen. Dieses und die Unzulänglichkeit der Querfedern ist auch der Grund, warum man diese Anordnung bei Wagen noch nicht versucht hat.

Bei Locomotiven mit mehreren Achsen suchte man die Aufhängung in drei Punkten dadurch zu erzielen, dass man alle Achsen mittelst Balanciers verband und die letzte Achse mit Querfedern versah. Um diese Bewegungen noch mehr zu vervollständigen, hatte man die Achslager mit Zapfen construirt. Diese Einrichtungen, welche in den letzten Jahren durch die Haswell'sche Locomotivfabrik ausgeführt wurden, sind sehr vollständig für die Tössthalbahnlocomotive von C. Brown in Winterthur angewendet und verbessert worden. Die Einrichtung ist in den Musterconstructionen für Eisenbahnbetrieb, I. Band, Serie B, Tafel III abgebildet und beschrieben. Die Achsen können sich sowohl in der Längenrichtung verschieben, als auch in der Verticalebene verdrehen. Bei der Längenverschiebung bewegen sich die Achslager sammt der Achse, welche in ihren Lagern keine Verschiebung erfahren kann. Die Längenverschiebung geschieht auf Stahlflächen, während die Achsbüchsen folgendermaassen zusammengesetzt sind: die stahlbronzenen Achslager, deren Wände

gleiche Höhe wie die Achsbüchse haben, sind mit starken Zapfen in der Mitte versehen. Auf die Wände dieser Lager werden eiserne Backen angeschraubt. An den Stellen, wo die Zapfen der Achslager durchgehen, sind in den Backen grosse Löcher ausgebohrt, um das Lager für diese Zapfen aufzunehmen. Dieses Lager besteht in stählernen Gleitbacken, welche ausserdem noch eine Lagerung in Form eines in den Eisenbacken eingreifenden Ringes bekommen und etwas weiter sind, als die äusseren festen Stahlbacken. Die übrigen Details der Achsbüchse sind aus jener Zeichnung zu ersehen.

Um gleiche Federn auf der ganzen Locomotive zu haben, hatte Herr Brown statt einer Querfeder, welche nothwendiger Weise stärker construirt sein musste, als die Längsfedern, zwei Längsfedern neben einander gestellt.

Alle Constructionen, welche zum Befahren starker Curven gemacht worden sind und von welchen wir oben einige anführen, sind bei Secundärbahnen nur als Nothbehelf zu betrachten und nur dann in Anwendung zu bringen, wenn der Betrieb gestattet, die Reparaturen und Auswechselungen in einfacher und billiger Weise vorzunehmen.

§ 11. Kuppelungen und Buffereinrichtungen. — Das übliche Zweibuffersystem mit einer elastischen Schraubenkuppelung in der Mitte ist für secundäre Bahnen mit starken Curven und speciell für Schmalspurbahnen nicht mehr ausreichend. In einer Curve von 150^{m} Radius schliessen die Achsen zweier 8^{m} langen Wagen einen Winkel von drei Grad, was bei einer Bufferentfernung von 1^{m},75 einer Differenz von 47^{mm} für jeden Buffer entspricht. Wenn dazu noch Unregelmässigkeiten in der Bufferhöhe, in der Construction und in der Bewegung zugerechnet werden, so treten die Nachtheile des Zweibuffersystems, selbst bei normalspurigen Bahnen, bedeutend hervor. Bei Schmalspurbahnen sind diese Nachtheile nur noch grösser, und es kommt ausserdem der Umstand in Betracht, dass der Raum zwischen zwei Wagen geringer ausfällt, als bei normalspurigen Bahnen, und dass die einzelnen Constructionstheile in dem verkleinerten Maassstabe für den Betrieb viel zu fein ausfallen.

Um die schädliche Wirkung der beiden Buffer beim Curvenfahren zu beseitigen, hatte man dieselbe mittelst eines Balanciers in Verbindung gebracht, in dessen Mitte der Zughaken befestigt ist.

Wenn man dennoch selbst bei 1^{m} Spurweite das Zweibuffersystem angewendet sieht, wie z. B. bei den oben beschriebenen Fahrbetriebsmitteln der Ergastiriabahn, so geschieht das mit Rücksicht auf die Nachtheile, welche das Einbuffersystem mit sich bringt.

Die Hauptschwierigkeit bei der Anwendung des Centralbuffersystems besteht darin, dass man die Zugvorrichtung kaum central stellen kann. Es kann nur dann geschehen, wenn man die Zugvorrichtung entweder unter den Buffer setzt oder mit dem Buffer verbindet. Die Anbringung zweier Zugketten, welche zu beiden Seiten des Centralbuffers befestigt sind (Mondolazacbahn), ist ein sehr schlechter Behelf. Damit wird nur erzielt, dass in der That nur eine von den beiden Ketten arbeitet, und es kann sehr leicht geschehen, dass man nicht einmal beide Ketten einhängen wird. Die Anbringung der Zugvorrichtung unter dem Buffer macht ein Anspannen sehr unbequem, und selbst das Einhängen der nicht gespannten Kuppelungen ist dabei umständlich. Dennoch lässt sich diese Construction bei langsam fahrenden Zügen mit Vortheil anwenden. Diese Einrichtung ist z. B. bei der Broelthalbahn in Anwendung gebracht (vergl. p. 78 und Fig. 5—8 auf Tafel XXXII). Die Zugvorrichtung ist elastisch und unabhängig von den Bewegungen des Buffers. Versuche, die beiden Bewegungen mittelst Gelenke in Verbindung zu bringen, haben schlechte Resultate er-

geben. — Zum Anbringen der Kuppelung über dem Centralbuffer mangelt in der Regel der nöthige Raum; und die Handhabung einer über dem Centralbuffer angebrachten Kettenkuppelung wäre noch unbequemer, als im ersten Falle, wo die Kette frei herunterhängt. Dennoch ist auch diese Anordnung zuweilen angewendet, z. B. bei der kleinen Eisenbahn, welche beim Reguliren der Juragewässer gelegt wurde.

Der Centralbuffer der Broelthalbahn ist nach einer Cylinderfläche mit senkrechter Achse abgerundet, so dass in senkrechter Richtung keine Rundung vorhanden ist. Dadurch wird die Möglichkeit des Aufeinanderfahrens bedeutend vermindert. — Bei den norwegischen Bahnen und jetzt schon bei anderen Bahnen ist die Kuppelung mit dem Centralbuffer derart verbunden, dass der Kuppelhaken in einem Einschnitt des Buffers angebracht ist. Diese in den Holzschnittfiguren 6—9 auf p. 78 dargestellte und beschriebene Kuppelung wirkt selbstthätig, ist aber für Secundärbahnen zu complicirt und erfordert eine Genauigkeit, welche für deren Betrieb hinderlich ist.

Aehnliches gilt von der amerikanischen Centralkuppelung mit trichterförmigem Buffer aus Bessemerstahl. In dieser Weise ist die Patentkuppelung von Klunzinger (Fig. 6—9 auf Tafel XXXIX) eingerichtet.

Am zweckmässigsten erscheint uns noch für schmalspurige Bahnen das centrale Buffer- und Kuppelungssystem der Livnybahn, das oben p. 79 beschrieben und durch die Holzschnitte Fig. 10—12 erläutert wurde. Auch der Mittelbuffer und Zugapparat von der Madeira- und Marmoréeisenbahn in Bollivia (von 1^m^ Spurweite), welcher in den Figuren 1—5 auf Tafel XXXIX in $^1/_{16}$ der natürlichen Grösse abgebildet ist, scheint uns empfehlenswerth. Die letztere Construction rührt von Kierzkowski her, und dürfte die deutliche Zeichnung eine weitere Beschreibung überflüssig machen, zumal die constructiven Details, welche klar durchdacht sind, sich durch grosse Einfachheit auszeichnen.

Bei einem andern Projecte (von Brockelbank) soll die Zugstange durch die hohle viereckige Bufferstange durchgehen und mit einem auf einem Scharniere drehbaren Haken, welcher sich in dem hohlen Buffer befindet, versehen sein. Dieser Haken endigt mit einem nach rechts abgebogenen Zahn, welcher aus dem Buffer herausragt, und kann mittelst eines Kettchens in seiner Höhe gehalten werden. Die Buffer sind mit Seitenöffnungen versehen, um vorkommende Reparaturen oder Auswechselungen am Zughaken vornehmen zu können, ohne den Buffer abnehmen zu müssen.

§ 12. Betrieb secundärer Bahnen. — Dadurch, dass Schnelligkeit, Präcision und Bequemlichkeit dem Principe der Wohlfeilheit und der Einfachheit weichen, ist es möglich, den Betrieb bei secundären Bahnen bedeutend zu vereinfachen. Ohne die grösste Vereinfachung wäre es auch absolut unmöglich, secundäre Bahnen derart anzulegen, dass sie die erforderliche Rente abwerfen. Die Oberleitung wird am besten in die Hand eines einzigen praktischen Mannes gegeben, dessen Aufgabe es ist, sowohl die Bahn mit ihrem Personal und Material als auch das Publicum und seine Wünsche beständig im Auge zu haben, und welcher mit grösster Vollmacht und entsprechender Verantwortung für die inneren Angelegenheiten der Localbahn ausgestattet ist.

Wenn die Localbahn wirklich prosperiren soll, so muss sie sich in das Volk und die Gegend, welcher sie dienen soll, vollständig einleben; und darin besteht ein grosser Theil der Aufgabe ihres Betriebsleiters.

Ausserdem muss der Betrieb einer Secundärbahn jedes schablonenartige Handeln und jeden Bureaukratismus möglichst meiden und dafür desto schärfer jeden geringsten Theil des Apparates immerfort revidiren, im Stande erhalten und verbessern.

Es ist vortheilhaft, wenn der betreffende Leiter technisch gebildet ist und schon beim Entwerfen und beim Baue sich betheiligen kann. Das Werkzeug muss seiner Arbeit im Ganzen und in seinen einzelnen Theilen entsprechen, und für jede specielle Arbeit muss man sich des geeigneten Werkzeuges bedienen, und dieses muss schon mit Kenntniss seiner Handhabung entworfen und gewählt werden. Gerade so verhält es sich mit Bahnen, welche dem localen Bedürfnisse dienen sollen.

Schon bei Wahl der Spurweite und, für normalspurige Eisenbahnen, bei der Frage, ob fremdes Material übergehen soll oder nicht, spielt der Betrieb eine grosse Rolle. Den Werth des Umladens schätzt man gewöhnlich gleich einer Bahnverlängerung von vier bis sechs Kilometer, und wird derselbe daher bei einiger Ausdehnung der Bahn nicht viel ins Gewicht fallen. Auch giebt es Fälle, wo eine schmalspurige Bahn nicht billiger zu stehen kommt, als eine breitspurige, wo die betheiligte Bevölkerung sich verkürzt glaubt durch die Schmalheit der Spur, wo die Aussicht auf einen späteren Anschluss die Normalspur gebietet etc. Diese Verhältnisse sind bei den einzelnen Bahnen durchaus verschieden und müssen sorgfältig bis ins geringste Detail specialisirt werden, um ein bestimmtes Urtheil fällen zu können. Herr Emil Level, Director der Localbahnen von Enghien nach Montmorency, von Achiet nach Bapaume und Marcoing, von Boisleux nach Marquion, von Bertincourt nach Saint-Quentin etc., machte für eine bei Calais gelegene Verbindung von Anvin nach Frethun Studien, deren Resultate wir als Beispiel bezüglich der Wahl des Spurmaasses, vom ökonomischen Standpunkte aus betrachtet, anführen können.[14] Die Strecke ist etwa 90 Kilometer lang. Die Herstellungskosten würden sich gestellt haben

	pro laufenden Kilometer der normalspurigen Bahn auf	frcs.	106,085
und	pro laufenden Kilometer für 1^m Spurweite	-	65,834
	Unterschied pro laufenden Kilometer	frcs.	40,251

und für die ganze Bahn frcs. 3,585,375.

Der Unterschied pro laufenden Kilometer besteht hauptsächlich in folgenden Posten:

Unterschied beim Grunderwerb	frcs.	3,018
Unterschied bei den Erdarbeiten	-	16,045
Unterschied bei den Kunstbauten	-	2,075
Unterschied bei dem Oberbau	-	13,912

Die Fracht wurde auf 136,000 Tonnen geschätzt, von denen, bei 1^m Spurweite, 70,000 Tonnen zu überladen wären. Wenn man 0,20 frcs. pro Tonne Umladekosten rechnet, so macht das 14,000 frcs. Auslagen, welche als Interessen eines Capitals von frcs. 280,000 zu betrachten sind. Dieses Capital ist gegen $3^1/_2$ Million Ersparniss zu gering, als dass man sich nicht für 1^m Spurweite entschliessen sollte. In Gegenden, welche viele Bahnen haben (obwohl das nur verhältnissmässig gesagt werden kann), ist es leichter, secundäre Bahnen anzulegen. In bahnarmen Gegenden ist aber die Bevölkerung bezüglich der Bequemlichkeit selten verwöhnt und kann für den Vortheil einer öfteren Verbindung, wenn überhaupt die Spurfrage in Betracht kommen soll, die Breite der Wagen gern aufgeben. Ausserdem haben wir Beispiele von Wagen angeführt, welche für kurze Strecken ebenso bequem zu befahren sind, wie diejenigen der Hauptbahn, und nennen insbesondere in dieser Beziehung das System Heusinger von Waldegg. Finden sich schliesslich in den Kreisen, auf deren Unterstützung die künftige Bahn besonders rechnen muss, einige einflussreiche Per-

[14]) Nach J. Morandière.

sönlichkeiten, welche besondere Ansprüche machen: wie leicht ist es, besondere Wagen (Salonwagen) einzurichten, mit denen ihren Wünschen vielleicht besser entsprochen werden kann, als es bei Anwendung eines breitspurigen Betriebsmaterials bei einer secundären Bahn thunlich wäre!

Die Wahl des Materials hat bei dem Entwurf der Bahn und bei den einzelnen Anlagen desto mehr mitzusprechen, indem man sich an herkömmliche Dimensionen und Gewichte nicht halten kann, und weil die gesetzten Grenzen nicht so eng sind wie bei Hauptbahnen, andererseits aber desto sorgfältiger bemessen werden müssen. Wir haben oben zahlreiche Beispiele mitgetheilt, unter denen man die geeigneten wählen und den localen Verhältnissen anpassen kann. Ist die Anzahl der Züge, ihre Länge und Zusammensetzung ermittelt, so werden die Dimensionen und Dispositionen der Bahnhof- und Gebäudeanlagen danach bemessen und bestimmt. Normalien soll man meiden, andererseits auf die möglichste Gleichartigkeit der Maschinentheile bedacht sein, und das insbesondere in Gegenden, wo die Reparaturen schwer zu machen sind.

Am einfachsten gestaltet sich der Betrieb, wo man mit einem einzigen Zug des Morgens herausfahren und des Abends zurückkommen kann und wo kein Uebergang des fremden Materials stattfindet, eine Einrichtung, welche in vielen Fällen genügen könnte, wenigstens um den Anfang zu machen. Mit der Entwickelung des Verkehres kann auch die Leistungsfähigkeit in späteren Zeiten vergrössert werden. In diesem Falle braucht man nur zwei Locomotiven und circa ein Drittel mehr Wagen anzuschaffen, als in einem Zug nöthig sind. Die Bahn kann eine Länge von 60 Kilometer und mehr erhalten, ohne diese Einrichtung unmöglich zu machen. Der Betriebsleiter wird mit einem Assistenten, einem Locomotiv- und einem Zugführer, einem Heizer und mit der erforderlichen Anzahl Bremser den ganzen Dienst besorgen. Bei der Fahrt selbst soll dem Locomotivführer die Führung des Zuges übertragen werden. Zur Unterhaltung der Bahn, sowie zum Laden werden nur Taglöhner verwendet, deren Anzahl in unserem Falle vier nicht übersteigen wird. Der Zug besteht in Güterwagen, denen die erforderliche Anzahl Personenwagen angehängt werden. Den Stationsdienst auf der Hauptstation wird der Assistent des Betriebsleiters mit dem Zugführer besorgen; die anderen Stationen werden bei Wirthshäusern, Fabriksanlagen u. ä. angelegt und von dazu bestimmten Privatleuten besorgt. Die Fahrbillette werden während der Fahrt gegeben und abgenommen.

Die Locomotiven werden jede Woche gewechselt. Signale und Bahnpolizei kann vollständig wegfallen, indem die letztere ausschliesslich vom Zugpersonal besorgt wird. Ebenso giebt es keine Fahrpläne und kein Reglement. Dafür muss der Betriebsleiter überall zugegen sein und darf mit den äusseren Angelegenheiten der Bahn nicht belastet werden.

Ist der Personenverkehr ganz schwach, so ist es zweckmässig, die Bedingung zu stellen, dass in die Personenwagen nur so viele Mitfahrende genommen werden müssen, als man Platz hat. Die übrigen Passagiere, wenn sie mitfahren wollen, bekommen ihre Plätze in den Güterwagen.

Die Buchführung auf den Stationen ist in der einfachsten Weise einzurichten. Die Frachtbriefe werden auf präparirtem Papier drei auf einmal mit Bleistift und ohne Formular geschrieben: Einen bekommt der Versender, einen der Betriebschef und das dritte Exemplar der Empfänger des Frachtgutes.

Die Secundärbahn ist nach folgendem Beispiele für gegebene Neigungen leicht zu berechnen:

Nehmen wir bei 1^m Spurweite eine Tenderlocomotive mit drei gekuppelten

Achsen von zusammen 22,8 Tonnen Adhäsionsgewicht, und rechnen wir pro Tonne Zuglast 5 Kilogr. Widerstand auf der horizontalen Bahn und für jeden Millimeter Steigung um 1 Kilogr. mehr, so ergiebt sich ein Bruttogewicht von:

$$\frac{1}{6} \cdot \frac{22800}{5} = 760 \text{ Tonnen auf der horizontalen Bahn,}$$

$$\frac{1}{6} \cdot \frac{22800}{15} = 285 \text{ Tonnen auf } 10^{mm} \text{ Steigung,}$$

$$\frac{1}{6} \cdot \frac{22800}{25} = 152 \text{ Tonnen auf } 20^{mm} \text{ Steigung.}$$

Es beträgt also die Bruttolast der Wagen 737 Tonnen, 262 Tonnen und 129 Tonnen. Rechnen wir die Tara zu ein Drittel der Bruttolast an, so betragen die Maximalnettolasten 491 Tonnen, 175 Tonnen und 86 Tonnen. Bei der weiteren Berechnung kommt es darauf an, wie sich die Fracht auf die Linie vertheilt, ob in der einen Richtung mehr zu verfrachten ist als in der anderen, welche Richtung die steigende und welche die fallende ist etc.

Nach Ermittelung der Frachtgelder, der bestehenden Fuhrwerksverbindungen und der anschliessenden Hauptbahn, wird es in der Regel nicht schwer fallen, Tarife zu bestimmen, welche 20 bis 30 Procent Ersparnisse gegenüber dem Fuhrwerksverkehr gewähren, und doch ziemlich höher sind als diejenigen der Hauptbahnen.

Die Eintheilung der Tarifclassen wird ebenfalls nach örtlichen Verhältnissen geschehen müssen. Kohlen, Erze, Ziegelsteine etc. werden in den meisten Fällen eine Classe für sich bilden. Vieh wird stückweise bezahlt.

Dieselben einfachsten Einrichtungen lassen sich noch in der Regel bei zwei, seltener aber bei drei Zügen in jeder Richtung anwenden. Ausnahmsweise und an gewissen Tagen muss auch die Reservelocomotive aushelfen, und man sucht dann gewöhnlich einen Führer von der Hauptbahn zu entlehnen, stellt, wenn nöthig, zeitweise Bahnbewachung auf etc.

Bei einigermaassen grösserer Frequenz ist es nöthig, eine ausreichende Signalisirung, Bahn- und Weichenbewachung und auf einigen Stationen einen vollständigeren Stationsdienst einzurichten.

Den Dienst auf der Bahnstrecke hat ein tüchtiger Bahnmeister, dem man wohl 15—20 Kilometer anvertrauen kann, zu versehen, welcher einige ganz zuverlässige, sogenannte permanente Arbeiter zur Hülfe bekommt, mit denen er die Bahn im Stande hält und kleine Schäden ausbessert. Nur einmal im Herbst oder bei Ausgang des Winters ist die jährliche Hauptreparatur mit grösseren Arbeitercolonnen vorzunehmen.

Die gewöhnlichen Feld- und Communalwege sind ganz freizugeben und nicht besonders zu verschliessen oder zu bewachen; da nur langsam gefahren und vielleicht beim Passiren eines Weges auch noch geläutet wird, so hat Jeder Gelegenheit, sich selbst vor Gefahr zu bewahren. Erhebliche, viel befahrene Strassen werden besser über- oder unterführt. Nur bei den Dorf- und Stadtstrassen wird eine besondere Bewachung erforderlich sein.

Zugkreuzungen kann man fast immer vermeiden.

Die Wasserstationen mit drei bis zehn Cubikmeter Inhalt werden wo möglich ohne Pumpe angelegt. Der Bau muss möglichst einfach gehalten sein, und statt eines Wasserkrahnes kann man sich eines Schlauches zum Speisen bedienen. Die Bedienung geschieht am besten im Akkord von Arbeitern, welche in der übrigen Zeit sich anderweitige Beschäftigung suchen.

Jede Station bekommt nur einen Beamten, welcher für den Personenverkehr durch ein Familienglied und für den Güterverkehr, je nach der Wichtigkeit der Station, durch 1—3 Gehülfen, resp. Arbeiter, welche eventuell den Weichen- und Signaldienst versehen müssen, unterstützt wird. Bei ausgedehnterem Verkehr führt jede Station ein Personenverkehrs-, ein Güterempfangs-, ein Güterexpeditions- und ein Cassenbuch, nebst speciellen Registern für die verschiedenen Güter. Bei normalspurigen Bahnen sucht man sich wegen Billetcontrole, Frachtkartensystem und der Abrechnung mit der anschliessenden Hauptbahn zu verständigen, mit welcher man ohnehin wegen Uebergang der Wagen und wegen der Benutzung des gemeinschaftlichen Bahnhofs, Verträge haben wird.

Die bereits bestehenden Localbahnen haben viele passende Specialeinrichtungen hervorgebracht, welche sich aber noch schwierig systemisiren lassen und welche wir besser bei der Beschreibung der einzelnen Bahnen anführen werden. Wir erwähnen hier noch, dass die Lausanne-Echallens-Bahn, ausser Retourbillets mit viertägiger Gültigkeit und 20 Procent Rabatt, noch Abonnementshefte besonderer Art für den Personenverkehr eingerichtet hat. Diese Hefte lauten auf den Träger und sind nach Kilometern berechnet. Sie gewähren eine Reduction um 30 Procent gegenüber der vollen Taxe. Ein solches Heft enthält 300 Marken, welche etwas kleiner als die Briefmarken sind, und welche man ähnlich abreissen kann. Diese Marken tragen Nummern von 1 bis 10. Der Zugführer nimmt so viele Marken aus dem Heft wie viele Kilometer der Inhaber durchfahren will. Niemand ausser dem Zugpersonal darf die Marken abnehmen, und die Marken, welche abgerissen sind, verlieren Gültigkeit. Bei derselben Bahn sind nur auf den Bahnhöfen der beiden Hauptstationen besondere Chefs angestellt. Den Stationschefdienst auf den übrigen Stationen besorgt der Briefträger des betreffenden Ortes. Dafür bekommt er von der Direction 1 Frc. täglich.

Als Signalsystem empfiehlt sich für secundäre Bahnen das englische Staffsystem, welches durch folgendes Beispiel ersichtlich wird. Die Sirhowybahn, eine von den verschiedenen Bahnen, welche in Südwales die Seeküste mit den nördlicher gelegenen grossen Eisen- und Kohlenetablissements verbinden und früher gegen Norden zu keinen Bahnanschluss hatten, war eine normalspurige Localbahn von 26 Kilometer Länge mit etwa sechs Personen- und acht Güterzügen in jeder Richtung. Die Stationen in der Richtung abwärts sind: Nantybwch, Sirhowy (2 Kilom.), Tredegar (3,6 Kilom.), Blackwood (16 Kilom.), Tredegar-Junction (18 Kilom.), Nine-Mile-Point (26 Kilom.). In Nantybwch ist Anschluss an die London und North-Westernbahn, in der Tredegar-Junction und in Nine-Mile-Point an die Great-Westernbahn, und erst in den letzten Jahren hat diese Bahn auch im Norden Anschluss erhalten.

Die Staffs sind Holzstücke von geeigneter Form, so dass sie sich leicht in der Hand halten lassen, und sie sind gross genug, um selbst bei weniger sorgfältiger Behandlung nicht leicht verlegt zu werden. Von einander unterscheiden sie sich durch verschiedene Farben.

Die Specialregeln zum Gebrauche dieser Vorrichtungen lauten bei der genannten Bahn wie folgt:

1) Entweder ein Zugstaff oder ein Zugbillet muss mit jeder Locomotive oder mit jedem Zuge und in jeder Richtung mitgenommen werden, und zu diesem Zwecke werden fünf verschiedene Zugstaff- und fünf verschiedene Zugbilletsorten angewendet, nämlich:

				Farbe des Staffs oder Billets:	Form des Staffs oder Billets:
Zwischen	Nantybwch	und	Sirhowy . . .	Braun	Rund
-	Sirhowy	-	Tredegar . . .	Roth	Viereckig
-	Tredegar	-	Blackwood . .	Blau	Rund
-	Blackwood	-	Tredegar-Junction	Gelb	Viereckig
-	Tredegar-Junction	-	Nine-Mile-Point	Grün	Rund

2) Keine Maschine und kein Zug darf von irgend einer dieser verschiedenen Stationen abgelassen werden, falls sich der Staff, welcher für die zu befahrende Strecke gilt, nicht auf dieser Station befindet.

3) Falls keine zweite Maschine oder Zug nachgeschickt werden soll, übergebe man den Staff dem Zugführer oder einer dazu beauftragten Person.

4) Falls aber andere Locomotiven und Züge folgen sollen, bevor der Staff zurückgebracht werden könnte, so gebe man ein Zugbillet (mit der Deutung »Staff folgt nach«) dem Zugführer oder der beauftragten Person, und so fort bis auf den letzten Beauftragten, welcher den Staff bekommt. Sobald aber der Staff weggesendet ist, darf unter keiner Bedingung eine Locomotive oder ein Zug die Station verlassen, bis zur Rückkehr desselben.

5) Die Zugbillets werden in einer innen durch eine Feder verschlossenen Büchse aufbewahrt, und den Schlüssel dazu bildet der Zugstaff, so dass kein Zugbillet herausgenommen werden kann, ohne dass man den Staff dazu hat.

6) Die Zugstaffs und Zugbillets, sowie die Billetbüchsen sind verschiedenfarbig angestrichen oder gedruckt: Braun zwischen Nantybwch und Sirhowy, roth zwischen Sirhowy und Tredegar, blau zwischen Tredegar und Blackwood, gelb zwischen Blackwood und Tredegar-Junction, grün zwischen Tredegar-Junction und Nine-Mile-Point, wobei die innere Feder und der Staffschlüssel so angeordnet sind, dass weder die blaue Büchse mit dem rothen Staff, noch die rothe Büchse mit dem blauen Staff u. s. w. geöffnet werden kann. Dies geschieht, um Irrungen vorzubeugen.

7) Die Billetbüchse ist jedesmal im Bureau der genannten Stationen mittelst zweier Haken befestigt, welche an ihren Enden umgebogen sind, um den Zugstaff, wenn er auf der Station sich befindet, darauf zu legen.

8) Der Stationschef oder sein Vertreter sind einzig und allein zur Annahme und Herausgabe des Staffs bevollmächtigt.

9) Ein Zug- oder Locomotivführer, welcher den Staff oder das Billet weiter als die bestimmte Strecke mit sich führt, oder die Station ohne Staff oder ohne Billet verlässt, hat Entlassung aus dem Dienste zu gewärtigen, auch wenn kein Unglück geschehen sollte.

10) Kein Locomotivführer darf von der Station wegfahren, bevor ihm der Zugführer den Staff oder das Billet gezeigt hat, oder im Falle er mit der Locomotive allein fährt, ohne dass er eines oder das andere empfangen hätte.

11) Im Falle ein Billet mitgenommen ist, soll das übliche besondere Signal am Ende des Zuges, für »Maschine folgt« benutzt werden, damit die Wächter benachrichtigt werden.

12) Soll ein Ballastzug an der Strecke arbeiten, so muss der Staff an seinen Zugführer übergeben werden. Der Ballastzug soll dann auf irgend eine der genannten Endstationen fahren, um so die Strecke zu öffnen, bevor die gewöhnlichen Züge wieder fahren dürfen.

13) Sollte eine Locomotive oder ein Zug durch Unfall zwischen den genannten Endstationen stehen bleiben, so hat der Heizer den Staff auf die nächste Station zu bringen, welche in derjenigen Richtung liegt, von der man Hülfe erwartet, damit, wenn die Hülfsmaschine dort ankommt, der Staff ihr mitgegeben werden kann. Sollte aber die verunglückte Locomotive im Besitze eines Zugbillets sein, so kann die Hülfe nur von derjenigen Station kommen, in welcher man den Staff gelassen hat.

Der Zugstaff wird entweder in eine an der Locomotive oder am Tender angebrachte Tasche gesteckt, oder darf auch an einem über die Schulter gehängten Riemen getragen werden.

Die Sirhowybahn hatte ausserdem schon seit vielen Jahren eine vollständig eingerichtete Correspondenzverbindung mittelst electrischer Telegraphen und an den Bahnhöfen die mit der Centralweichenstellung verbundenen optischen Signale.

Zur Deckung der Stationen kann, auf Haupt- und Anschlussstationen, ein Distanzsignal mit Drahtzug angewendet werden, welches von dem letzten Weichenwärter gestellt wird.

Mit einer auf der Locomotive angebrachten Signalglocke wird in der Nähe von Ueberfahrten und beim Befahren von Strassen den Fuhrwerken und den den Strassenverkehr benutzenden Personen die Bewegung des Eisenbahnzuges angezeigt. In Amerika wurden in neuerer Zeit Dampfglocken in Anwendung gebracht; dieselben befinden sich am Führerstande. In seltenen Fällen wird die Glocke von einer dem Zuge vorangehenden Person oder von dem Locomotivführer gehandhabt.

Es sind jedoch Fälle vorgekommen, wo die Zugglocke nachtheilig war, z. B. in einer Alpengegend, in welcher das Weidvieh an ähnliches Läuten gewöhnt ist.

Statt Knallkapseln wurde in neuerer Zeit mehrmals ein Dampfsignal vorgeschlagen. Zu diesem Zwecke müsste, je nach der speciellen Construction, ein besonderes Stück entweder an die Schienen, oder an die Schwellen von dem Signalgeber befestigt werden. An der vorüberfahrenden Locomotive befindet sich ein Anschlag, welcher, sobald er das erwähnte Stück als Widerstand findet, entweder eine Dampfglocke oder ein anderes Dampfsignal in Bewegung setzt. Dieses hört erst dann auf zu lärmen, bis es der Locomotivführer zustellt. Bei dem von Brown construirten derartigen Signale ist noch eine Vorrichtung angebracht, welche durch einen Zeiger und ein Zifferblatt anzeigt, wie viele Signale gegeben sind. Diese Art Signalisirung hat vor den Knallkapseln den Vortheil einer mechanischen Einrichtung und ist bei Secundärbahnen in mancher Beziehung sicherer. Dieses tritt insbesondere dann ein, wenn sich keine Locomotive vor dem Zug befindet, so dass das Knallsignal nicht unmittelbar unter der Locomotive entsteht. Ausserdem kann sich der Locomotivführer nie entschuldigen, dass er das Knallsignal nicht gehört hätte. Ein Nachtheil dieser Einrichtung besteht hingegen darin, dass die Locomotive einen Mechanismus mehr erhält.

Die Betriebs-, Polizeireglement und Dienstinstructionen wird man wohl auf das Nöthigste beschränken. In den meisten Fällen wird es genügen, ausser der Fahrordnung, den mündlichen Instructionen und den in Verträgen oder Dienstbüchlein enthaltenen Bedingungen, die Dienstinstructionen höchstens in einem einzigen Büchlein zu vereinigen und jeden Bediensteten zu verpflichten, sämmtliche Instructionen genau zu kennen.

Ueber den Kostenpunkt des Betriebes ist gegenwärtig bereits grosses Material gesammelt. Eine systematische Darstellung der Betriebskosten und Einnahmen, mit Berücksichtigung aller bezüglichen Verhältnisse, würde an dieser Stelle zu weit

führen. Wir theilen hier nur einige Gesammtnotizen mit und werden weitere Angaben bei der Beschreibung einzelner Bahnen anführen, indem sich dann die speciellen Verhältnisse besser zusammenfassen lassen.

Die Broelthal-Bahn hatte, Ende 1864, eine Länge von 22 Kilometer, und das Anlagecapital pro Kilometer betrug 19,800 Mark, mit Inbegriff der Betriebsmittel, dabei wurden in demselben Jahre 32708,8 Tonnen Güter befördert (die Bahn hatte damals noch keinen obligatorischen Personentransport), wovon $^6/_7$ abwärts und $^1/_7$ aufwärts gerichtet war.

Die Gesammteinnahme betrug	Mark 56349,6
Die Anlage für den Betrieb und Bahnunterhaltung .	Mark 28628,9
Bleibt Bruttoüberschuss	Mark 27720,7

Die laufenden Betriebsausgaben haben also 51,34 Procent der Einnahmen betragen.

Bis Ende 1874 betrugen die Baukosten 757,264 Mark auf eine Gesammtlänge von 33,126 Meter, oder rund 23,400 Mark pro Kilometer. Die neu hinzugekommene Strecke ergab für den Betrieb keinen Vortheil. Ausserdem hatte die Personenbeförderung Einfluss auf den Betrieb ergeben.

Die Betriebseinnahmen betrugen	Mark 80,323. 95
Die Betriebsausgaben	Mark 58,900. 04
Bleibt Bruttoüberschuss . . .	Mark 21,423. 91.
Im Jahre 1875 wurden eingenommen	Mark 95,180. 33
und die Betriebsausgaben betrugen .	Mark 59,381. 87
Bleibt Bruttoüberschuss	Mark 35,798. 46.

Die laufenden Betriebsausgaben haben also $73^1/_2$ Procent i. J. 1874 und $62^1/_2$ i. J. 1875 betragen. Dieses Ergebniss bessert sich von Jahr zu Jahr, obwohl die allgemeinen Verhältnisse der letzten Jahre bekanntlich sehr ungünstig waren. Nach diesen Ergebnissen darf man annehmen, dass die Broelthalbahn im Durchschnitt 5 Procent Reinertrag ergeben wird, und dass die Betriebsauslagen 60 Procent der Einnahmen betragen.

Im Jahre 1875 ergab sich folgender Güterverkehr:

abwärts	248,853.3	Tonnenkilometer
aufwärts	503,920.6	Tonnenkilometer
zusammen	752,773.9	Tonnenkilometer,

woraus ersichtlich ist, dass die günstigen Geschäftsverhältnisse, welche der Broelthalbahn früher zu gute kamen, die Betriebsergebnisse der letzten Jahre nicht mehr begünstigten.

Die beförderten Güter durchliefen durchschnittlich 21,5 Kilometer, also circa $^2/_3$ der Totallänge.

Pro Reise betrugen die Betriebsausgaben Mark 117. 13, oder pro Tonnenkilometer Mark 0,72, abzüglich eines den Personenverkehr treffenden Antheils.

Es wurden 17132 Personen auf eine durchschnittliche Entfernung von 14,83 Kilometer, also ca. 0,4 der Totalentfernung, befördert.

Der Durchschnittstarif beträgt:

für Güter	Pfg.	11,3	pro Tonnenkilometer
für Personen	-	4,0	- Personenkilometer.

Das erste Halbjahr 1876 hat einen ganz bedeutenden Aufschwung im Personenverkehr aufzuweisen, indem der Ertrag der ersten fünf Monate Mark 6079. 60 gegen Mark 1087. 55 des Vorjahrs betrug. Dieser plötzliche Aufschwung war Folge eines

an die Hauptbahn behufs Personentransport versuchsweise anschliessenden Zuges. — Die Broelthalbahn ist seit 1862 als Locomotivbahn im Betrieb

Die bisherigen Betriebsergebnisse der hauptsächlich Personenverkehr vermittelnden, schmalspurigen Ocholt-Westerstedterbahn werden wir bei der Beschreibung dieser Bahn (§ 13) mittheilen.

Die Schwedischen und Norwegischen Eisenbahnen gaben im Jahre 1871 folgenden Ausweis pro Kilometer:

	Brutto-Einnahmen Mark.	Betriebs-Ausgaben Mark.	Netto-Ertrag Mark.
1154 Kilom. Schwedische Staatsbahnen (normalspurig) .	7661	3853	3808
375 Kilom. desgl. Privatbahnen - . .	8720	4112	4608
263 Kilom. desgl. - (schmalspurige) .	5040	2400	2640
230 Kilom. Norwegische Bahnen (schmalspurig) . . .	2720	2160	560

Die überraschend geringen Auslagen erklären sich nur durch die billigen Löhne und durch die Möglichkeit einer sehr vollständigen Ausnutzung der Wagen.

Die Eisenbahn von Denver nach Rio Grande (schmalspurig) weist folgende Auslagen und Einnahmen aus:

	1872	1873
Länge der Bahn	160 Kilom.	189 Kilom.
Bruttoeinnahme pro Kilometer .	7600 Mark	8000 Mark
Bruttoausgabe pro Kilometer . .	5040 Mark	3840 Mark
Bleibt Ueberschuss	2560 Mark	4160 Mark.

Die Verlängerung um 29 Kilometer hatte offenbar den Betrieb gehoben.

Die weiter unten beschriebene schmalspurige Bahn von Lausanne nach Echallens ergab im ersten Betriebsjahre eine kilometrische Bruttoeinnahme von 5329 Frcs. Die Ausgaben waren fast dieselben; man hatte aber gehofft, sie zukünftig auf 3600 Frcs. zu reduciren.

Ein Vergleich zwischen dem Transport auf Pferdeeisenbahnen und demjenigen mit Locomotivbetrieb fällt fast ohne Ausnahme zu Gunsten der letzteren aus; es werden auch alle Pferdeeisenbahnen nach und nach in Dampfbahnen verwandelt. Die Mondalazac-Eisenbahn, von $1^{m},1$ Spurweite, welche früher mit Pferden betrieben wurde, giebt ein Beispiel eines derartigen Vergleiches. Die Baukosten betrugen 36,424 Frcs.; die Totalausgaben, mit Inbegriff des Betriebsmaterials, belaufen sich auf 53,282 Frcs. pro Kilometer. Diese Bergwerksbahn fährt jährlich ca. 50000 Tonnen Güter (Mineralien), und es ergaben sich folgende jährliche Ausgaben pro Kilometer Bahnlänge:

	I. Pferdebetrieb Francs.	II. Locomotivbetrieb Francs.
Transportkosten	3070	875
Unterhaltung der Fahrbetriebsmittel . .	300	268
Bahnunterhaltung	525	585
Totalausgaben	3895	1728
Kosten eines Tonnenkilometers	0,075	0,034

Der Unterschied beträgt mehr als die Hälfte.

Zum Vergleich zwischen den Unterhaltungkosten des Betriebsparkes der schmalspurigen gegenüber den normalspurigen Bahnen giebt von Weber folgende Daten an:

Kosten für Zugkraft und Unterhaltung des Betriebsparkes auf den schwedischen Bahnen:

an secundären Normalspurbahnen auf 0,81 Pfg.,
an Schmalspurbahnen . . . . . - 1,01 -

pro Centnermeile des zahlenden Nettogewichtes (Passagiere inbegriffen).

Auf den norwegischen Bahnen:

auf Normalspurbahnen 1,31 Pfg.,
auf Schmalspurbahnen 1,44 -

Auf der Lambach-Gmundnerbahn kostet die Reparatur
der Personenwagen pro Sitzplatz 10,46 Kr.,
der Güterwagen pro Achsmeile . 2,54 -

während die gleichartigen Werthe auf der Hauptbahn dieser Linie, der Elisabethbahn,
bei Personenwagen pro Sitzplatz 8,67 Kr.,
bei Güterwagen pro Achsmeile . 1,47 -

ergeben.

von Weber bemerkt hierzu richtig, dass eine der grössten Schwächen der Betriebsökonomie der Schmalspurbahnen die Zertheilung der Transporte in kleinere Elemente auf eine bedeutendere Anzahl kleinerer Wagen sei, deren jeder aber ebenso viele Theile hat wie ein grösserer.

Man vergesse hingegen nicht, dass die Lambach-Gmundnerbahn kein Muster einer schmalspurigen Bahn ist, während das Betriebsmaterial der Elisabethbahn neu und nach den neuesten Erfahrungen hergestellt, und jedenfalls auch sorgfältiger behandelt wurde, als das erstere. Solche Beispiele lassen keinen allgemeinen Schluss zu.

Die Herren Du Lin und Fousset geben die geringsten kilometrischen Betriebsausgaben bei französischen normalspurigen Secundärbahnen auf 5000 Frcs. an. Dieser Ansatz vertheilt sich wie folgt:

Ausgaben geschäftlicher Art	1700 Frcs.
Ausgaben für den technischen Dienst	2300 -
Zusammen	4000 Frcs.
Dazu als Annuität für die Erneuerung des Materials	1000 Frcs.
ergiebt als Totalausgaben pro Kilometer	5000 Frcs.

Diese Ausgaben wachsen langsam mit der Fracht, so dass sie etwa 6000 Frcs. erreichen, wenn der Frachtbetrag etwa 12000 Frcs. ausmacht. Von 12—16000 Frcs. Bruttoeinnahme pro Kilometer kann man die Ausgaben in der Regel auf 50 Procent derselben halten, aber mit Voraussetzung höherer Taxen als diejenigen der Hauptbahnen.

Bei Tarifsätzen sollten die Gefällsverhältnisse der Bahn eine angemessene Beachtung finden. Das Schweizerische Eisenbahndepartement hatte in dieser Weise 1873 Coëfficienten festgestellt, mit welchen man die Normaltaxe multipliciren muss, um die einer gewissen Steigung entsprechende Taxe zu erhalten. Es lassen sich für eine aus verschiedenen Gefällen und Steigungen zusammengesetze Strecke leicht Mittelsätze nach einem solchen Gesetz bestimmen. Man ist dabei von den Grundsätzen ausgegangen, dass das Anlagecapital im Verhältniss der Steigungen wächst, und dass die Betriebsausgaben in einen constanten und in einen im geraden Verhältnisse der Gefälle wachsenden Theil zerfallen. Die Adhäsion der Locomotive wurde zu $^1/_6$, der Widerstand der Locomotive zu 10 Kilogr. pro Tonne, derjenige der Wagen zu 5

Kilogr. pro Tonne, und der Widerstand, welcher durch die Schwere verursacht wird, zu 1 Kilogr. pro Tonne für jeden Millimeter Steigung angenommen. Mit Hülfe dieser Annahmen lässt sich derjenige Coëfficient berechnen, mit welchem man die Taxe der ebenen Bahn multipliciren muss, um diejenige der Gebirgsstrecke zu erhalten.

Wir schliessen den allgemeinen Theil dieser Abhandlung mit den Bestimmungen der Grundzüge, welche den Betriebs- und den Signaldienst bei Secundärbahnen betreffen.

C. Handhabung des Betriebsdienstes.

§ 81. **Erhaltung der Bahnbreite.** Bahnen I: Ausserhalb der Bahnhöfe muss, von der Mittellinie jedes Gleises aus gerechnet, das Planum der Bahn auf $1^m,700$ Breite von allen losen Gegenständen frei gehalten werden, deren Oberfläche bis zu 300^{mm} über den Schienen erhöht ist. Alle höheren Gegenstände müssen 2^m entfernt gehalten und fest gelagert werden.

Bahnen II: Für Abtheilung 1 wie vorstehend ad I.

Für Abtheilung 2 regelt sich die Freihaltung der Bahn nach Maassgabe der Breite der Betriebsmittel.

Bahnen III: Das Bahnplanum muss ausserhalb der Bahnhöfe in einer Breite, die der grössten Wagenbreite, plus 300^{mm} gleich ist, von allen losen Gegenständen frei gehalten werden.

§ 82. **Bewachung und Revision der Bahn.** Bahnen I u. III: Bei Geschwindigkeiten über 15 Kilometer pro Stunde ist an besonders gefährdeten Stellen, bei Geschwindigkeiten über 30 Kilometer pro Stunde durchgehende Bahnbewachung erforderlich.

Bahnen II: Die Bahn ist mindestens einmal während des Tages zu revidiren. — Eine Bahnbewachung ist nicht erforderlich.

§ 83. **Verhalten beim Passiren der Züge.** Bahnen I, II u. III: Die Bahnwärter, sofern sie für erforderlich erachtet sind, müssen beim Vorbeifahren der Züge dieselben beobachten und bei Wahrnehmung einer Unregelmässigkeit das entsprechende Signal geben.

§ 84. **Weichenstellung.** Bahnen I, II u. III: Für die Weichen in den Hauptgleisen ist eine bestimmte Stellung als Regel vorzuschreiben.

§ 85. **Revision der Bahnhofsgleise.** Bahnen I, II u. III: Vor der Abfahrt, sowie vor der Ankunft eines Zuges ist genau nachzusehen, ob die Gleise, welche derselbe zu durchlaufen hat, frei und ob die betreffenden Weichen richtig gestellt sind.

§ 86. **Hülfswerkzeuge.** Bahnen I u. III: In jedem Zuge sollen diejenigen Geräthschaften vorhanden sein, vermittelst welcher die Beseitigung der während der Fahrt an dem Zuge vorkommenden Beschädigungen thunlichst bewirkt und die Weiterfahrt ermöglicht werden kann.

Bahnen II: Jede Bahn muss im Besitz von Geräthen und Werkzeugen sich befinden, welche nach Unfällen zur Freimachung und Herstellung des Gleises erforderlich sind.

§ 87. **Erleuchtung der Personenwagen.** Bahnen I, II u. III: Die Personenwagen sind im Dunkeln, während der Fahrt, angemessen zu erleuchten.

§ 88. **Bedeckung der Güterwagen.** Bahnen I u. II: Alle mit leicht feuerfangenden Gegenständen beladene Güterwagen müssen mit einer sicheren Bedeckung versehen sein.

Bahnen III: Es erscheint sehr räthlich, die feste Bedeckung der Güterwagen, soviel immer thunlich, behufs ihrer besseren Ausnutzbarkeit zu vermeiden, und wo erforderlich, die Güter durch bewegliche Decken zu schützen.

§ 89. **Länge der Züge.** Bahnen I, II u. III: Die Länge der Züge ist nach den Neigungsverhältnissen der Bahn, nach den Einrichtungen der Bahnhöfe und nach dem Zustande des Betriebsmaterials zu bemessen. Es sollen aber in keinem Falle mehr als 150 Achsen im Zuge sein.

§ 90. Bahnen I: In jedem Zuge müssen ausser den Bremsen an der Locomotive oder am Tender so viele kräftig wirkende Bremsvorrichtungen bedient sein, dass bei Neigungen der Bahn in längeren Strecken

bis einschliesslich $^1/_{500}$	bei Personenzügen der 8.,	bei Güterzügen der 12.	Theil,
- - $^1/_{300}$	- - - 6.,	- - - 10.	-
- - $^1/_{200}$	- - - 5.,	- - - 8.	-
- - $^1/_{100}$	- - - 4.,	- - - 7.	-
- - $^1/_{60}$	- - - 3.,	- - - 5.	-
- - $^1/_{40}$	- - - 2.,	- - - 4.	-

der Räderpaare gebremst werden kann.

Gemischte Züge, welche mit der Geschwindigkeit der Personenzüge fahren, sind hierbei als Personenzüge zu behandeln.

Erstreckt sich die stärkste Steigung zwischen zwei Stationen auf eine Bahnlänge von weniger als 1000 Meter, so ist für die Berechnung der Bremsenzahl nicht diese, sondern die nächst geringere Steigung dieser Strecke maassgebend.

Bei Berechnung der Zahl der Bremsen wird stets eine unbeladene Achse gleich einer halben beladenen Achse gerechnet.

Bei Güterzügen kann die Zahl der zu bedienenden Bremsen auf Steigungen

bis einschliesslich 1 : 60 auf den 6. Theil und
- - 1 : 40 - - 5. -

der Räderpaare herabgesetzt werden, wenn

1) die Fahrgeschwindigkeit von 18 Kilom. pro Stunde nicht überschritten wird;
2) die Stärke des Zuges 80 Achsen nicht übersteigt;
3) durch geeignete Controlapparate die Fahrgeschwindigkeit des Zuges genau festgestellt wird.

Für Bahnstrecken von mehr als 1 : 40 sind für das Bremsen der Züge besondere Vorschriften zu erlassen.

Bei Bildung der Züge wird die im Vorstehenden angegebene Anzahl Bremsen dergestalt eingestellt, dass hinter den letzten Bremsen nicht mehr Achsen gehen, als nach Maassgabe des Gefälles für eine Bremse bestimmt ist. Bei grösseren Steigungen als 1 : 100 soll der letzte Wagen ein bedienter Bremswagen sein.

Bahnen II: In jedem Zuge, der mit Locomotiven bewegt wird, müssen ausser den Locomotiv- und Tenderbremsen so viele kräftige Bremsvorrichtungen angebracht sein, dass bei Neigungen bis einschliesslich

$^1/_{300}$ der 12. Theil,	$^1/_{60}$ der 5. Theil,
$^1/_{200}$ - 10. -	$^1/_{40}$ - 4. -
$^1/_{100}$ - 8. -	$^1/_{25}$ - 2. -

der Räder gebremst werden kann. Werden Wagen auf freier Bahn mit Pferden bewegt, so darf auf ein Anhalten der Fuhrwerke durch die Pferde nicht gerechnet werden.

Auf freier Bahn darf kein Wagenzug, auch kein einzelner Wagen mit Pferden bewegt werden, ohne dass kräftig wirkende Bremsen vorhanden und besetzt sind.

In jedem Zuge, welcher mit Pferden bewegt wird, müssen mindestens so viele kräftig wirkende Bremsvorrichtungen angebracht sein, dass bei Neigungen der Bahn bis einschliesslich

$^1/_{500}$ der 10. Theil,	$^1/_{60}$ der 4. Theil,
$^1/_{300}$ - 8. -	$^1/_{40}$ - 3. -
$^1/_{200}$ - 7. -	$^1/_{25}$ - 2. -
$^1/_{100}$ - 5. -	

der Räder gebremst werden kann.

Wenn abwärts gehende Züge und Wagen auf längeren Strecken ausschliesslich durch die Schwerkraft sich bewegen, sind besondere Bestimmungen zu treffen.

Bahnen III: In jedem Zuge müssen ausser den Locomotiv- oder Tenderbremsen so viele kräftig wirkende Bremsvorrichtungen angebracht und bedient sein, dass bei Neigungen der Bahn in längeren Strecken bis einschliesslich

$^1/_{500}$	bei Personenzügen der 8.,	bei Güterzügen der 12.	Theil,
$^1/_{300}$	- - - 6.,	- - - 10.	-
$^1/_{200}$	- - - 5.,	- - - 8.	-
$^1/_{100}$	- - - 4.,	- - - 7.	-

$^1/_{60}$	bei Personenzügen der	3.,	bei Güterzügen der	5.	Theil,
$^1/_{40}$	- -	- 2.,	- -	- 4.	-
$^1/_{25}$	- -	jedes,	- -	- 2.	-

der Räderpaare gebremst werden kann.

Gemischte Züge, welche vorzugsweise Lastwagen führen, sind als Güterzüge zu betrachten.

Bei Bildung der Züge wird die in Vorstehendem angegebene Anzahl von Bremsen dergestalt eingestellt, dass hinter der letzten Bremse nicht mehr Achsen gehen, als nach Maassgabe des Gefälles für eine Bremse bestimmt ist. Bei grösseren Steigungen als $^1/_{100}$ soll der letzte Wagen ein bedienter Bremswagen sein.

§ 91. **Revision der Züge vor der Abfahrt.** Bahnen I u. III: Bevor ein Zug die Station verlässt, ist derselbe sorgfältig zu revidiren und besonders darauf zu achten, dass die Wagen regelmässig zusammengekuppelt, jeder Wagen ordnungsmässig belastet, die nöthigen Fahrsignale und Laternen angebracht und die Bremsen vorschriftsmässig vertheilt sind.

Bahnen II: Wie vorstehend ad I.

Wenn die Wagen der Hauptbahnen mit den nur für die Nebenbahnen bestimmten Wagen in einem Zuge befördert werden, müssen die Wagen der Hauptbahnen vorn im Zuge stehen und eine zusammenhängende Abtheilung bilden, welcher die Wagen der Nebenbahn angehängt werden.

§ 92. **Bedingungen der Abfahrt.** Bahnen I u. III: Kein Personenzug darf vor der im Fahrplan angegebenen Zeit von einer Station abfahren.

Die Abfahrt darf nicht erfolgen, bevor alle in den Langseiten der Wagen befindlichen Thüren verschlossen sind und das für die Abfahrt bestimmte Signal gegeben ist.

Die Abfahrt einander folgender Züge ist so zu bemessen, dass bei regelmässiger Fahrt der nachfolgende Zug mindestens fünf Minuten später als der voraufgegangene auf der nächsten Station eintrifft.

Nicht fahrplanmässige Züge sind, womöglich, durch einen die betreffende Strecke vorher passirenden Zug zu signalisiren.

Bahnen II: Kein Zug darf vor der vorgeschriebenen Zeit, oder ehe dies von dem Vorstande der Station gestattet worden ist, die Station verlassen.

§ 93. **Fahrgeschwindigkeit.** Bahnen I: Die für jede Gattung von Zügen festgesetzte Maximal-Fahrgeschwindigkeit darf nicht überschritten werden. Langsamer muss gefahren werden:

»Bei der Fahrt aus Zweigbahnen oder umgekehrt, über Drehbrücken, durch Weichen gegen die Spitze, sowie beim Uebergange aus einem Gleise in das andere.«

Bahnen II: Die festgestellte Fahrgeschwindigkeit von 15 Kilometer pro Stunde darf niemals überschritten werden.

Bahnen III: Auf Bahnstrecken 1 : 40 und stärkerem Gefälle darf die Geschwindigkeit der Fahrt 15 Kilometer pro Stunde nicht übersteigen.

§ 94. **Schieben der Züge.** Bahnen I: Das Schieben der Züge, in welchen sich Personen befinden, ist bei nicht über 25 Kilometer Geschwindigkeit gestattet, wenn sich eine führende Locomotive an der Spitze des Zuges befindet.

Bei Güter- und Arbeitszügen auf der freien Bahn ist das Schieben der Züge auch ohne dass sich eine führende Locomotive an der Spitze des Zuges befindet, dann zulässig, wenn die Geschwindigkeit 25 Kilometer nicht übersteigt und der vordere Wagen gut bewacht ist.

Bahnen II: Das Schieben der Züge ist zulässig, wenn der vorderste Wagen gut bewacht ist.

Bahnen III: Wie vorstehend ad I resp. II.

§ 95. **Fahrt der Locomotive mit dem Tender voran.** Bahnen I: Die Fahrt der Locomotive mit dem Tender voran ist auch bei den fahrplanmässigen Zügen, bei Geschwindigkeiten bis zu 30 Kilometer in der Stunde gestattet. Tenderlocomotiven dürfen stets vor- und rückwärts laufen.

Bahnen II: Die Fahrt der Locomotive mit dem Tender voran ist gestattet.

Bahnen III: Wie vorstehend ad I resp. II.

§ **96. Extrazüge.** Bahnen I: Extrazüge dürfen nur mit ermässigter Geschwindigkeit befördert werden, wenn die Bahn nicht vollständig bewacht, der Zug den Bahnwärtern nicht vorher signalisirt und der nächsten Station ordnungsmässig gemeldet ist.

Bahnen II: Extrazüge sind gestattet, wenn die Stationen vorher davon verständigt sind.

Bahnen III: Wie vorstehend ad I, resp. II.

§ **97. Arbeitszüge.** Bahnen I: Arbeitszüge und einzelne Locomotiven dürfen, mit Ausnahme von Hülfslocomotiven, nur auf bestimmte Anordnung der Betriebsverwaltung und in fest abgegrenzten Zeiträumen auf der Bahn fahren. Es müssen solche Anordnungen getroffen sein, dass die Bewegung solcher Züge oder Locomotiven mindestens den beiden angrenzenden Stationen bekannt ist. Letzteres gilt auch von einzelnen Materialientransportwagen und Draisinen; dieselben müssen von einem verantwortlichen Beamten (Bediensteten) begleitet sein.

Arbeitszüge und einzelne Locomotiven, welche von Station zu Station durchfahren, werden den Extrazügen gleich signalisirt.

Bahnen II: Arbeitszüge und einzeln fahrende Locomotiven müssen den benachbarten Stationen gemeldet sein.

Bahnen III: Wie vorstehend ad I, resp. II.

§ **98. Begleitpersonal.** Bahnen I, II u. III: Das Begleitpersonal des Zuges darf während der Fahrt nur einem Vorgesetzten untergeordnet sein. Das Begleitpersonal muss so vertheilt werden, dass es alle Theile des Zuges übersehen und zwischen demselben und dem Locomotivführer eine Verständigung stattfinden kann.

§ **99. Behandlung stillstehender Locomotiven und Wagen.** Bahnen I, II u. III: Bei Locomotiven soll, so lange sie vor dem Zuge halten oder sonst in Ruhe stehen, der Regulator geschlossen und die Steuerung in Ruhe gestellt, auch die Bremse angezogen sein. Geheizte Locomotiven sollen stets unter Aufsicht stehen.

Die ohne ausreichende Aufsicht und über Nacht stehenden Wagen sind durch geeignete Vorrichtungen festzustellen, namentlich wenn die Möglichkeit vorliegt, dass dieselben durch Sturmwind oder ein Gefälle auf die Hauptgleise gelangen können.

§ **100. Wasserstand und Dampfdruck.** Bahnen I, II u. III: Die Höhe des Wasserstandes und die Spannung des Dampfes im Locomotivkessel muss vom Stande des Führers ohne Anstellung besonderer Proben fortwährend erkennbar sein.

§ **101. Dampfpfeife und Hähne.** Bahnen I: Neben frequenten Wegeübergängen und Parallelwegen ist der Gebrauch der Dampfpfeife, sowie das Oeffnen der Cylinder und Probirhähne auf die nothwendigsten Fälle zu beschränken.

Bahnen II: Wie vorstehend ad I. Bei frequenten Wegeübergängen und Parallelwegen wird der Gebrauch der Signalglocke empfohlen.

Bahnen III: Wie vorstehend ad I, resp. ad II.

§ **102. Fahren auf der Locomotive.** Bahnen I, II u. III: Ohne Erlaubniss der dazu bevollmächtigten Beamten darf Niemand auf der Locomotive mitfahren.

§ **103. Prüfung der Locomotivführer.** Bahnen I, II u. III: Die Führung der Locomotiven darf nur solchen Führern übertragen werden, welche wenigstens ein Jahr lang in einer mechanischen Werkstätte gearbeitet haben und nach mindestens einjähriger Lehrzeit durch eine Prüfung und durch Probefahrten ihre Befähigung nachgewiesen haben.

Die Heizer müssen mit der Handhabung der Locomotive mindestens so weit vertraut sein, um dieselbe erforderlichen Falles stillstellen zu können.

§ **104. Prüfung der Locomotiven.** Bahnen I, II u. III: Locomotiven dürfen erst in Betrieb gesetzt werden, nachdem sie einer Prüfung unterworfen und als sicher befunden sind.

§ **105. Kesselproben.** Bahnen I, II u. III: Bei der Prüfung neuer Locomotiven und neuer Kessel, bei der wiederholten Prüfung, nachdem dieselben zum erstenmale 150,000 Kilometer zurückgelegt haben, nach jeder grossen Kesselreparatur, oder wenn die Locomotive 100,000 Kilometer durchlaufen hat, mindestens aber nach einem Zeitraume von drei Jahren, ist der Dampfkessel, nach Entfernung des Mantels, mittelst der hydraulischen Presse auf den anderthalbfachen Druck zu probiren. Ueber den Befund ist Register zu führen.

Kessel, welche bei dieser Probe ihre Form bleibend ändern, dürfen in diesem Zustande nicht wieder in Dienst genommen werden.

Mit dieser Prüfung ist eine gründliche Revision aller anderen Maschinentheile zu verbinden. Hauptreparaturen an den Locomotiven, mit welchen ein Auseinandernehmen der beweglichen Theile und eine Kesselprobe verbunden ist, werden als Revision gerechnet.

§ 106. Bahnen I, II u. III: Höchstens acht Jahre nach Inbetriebstellung der Locomotiven muss eine innere Revision des Kessels vorgenommen werden; bei welcher die Siederöhren zu entfernen sind: nach mindestens je sechs Jahren ist diese Revision zu wiederholen.

Bei jeder Probe sind gleichzeitig die Ventilbelastungen und die Richtigkeit der Federwaagen und Manometer zu prüfen.

§ 107. **Revision der Wagen.** Bahnen I, II u. III: Personenwagen sind mindestens alle Jahr, Güterwagen mindestens alle zwei Jahre zu revidiren; bei dieser Revision müssen die Lager von den Achsen abgenommen werden.

D. Signalwesen.

§ 108. **Durchgehende Bahnsignale.** Bahnen I: Kommen Zugkreuzungen vor, so ist die Einführung einer electrotelegraphischen Correspondenz zwischen den Stationen erforderlich.

Bei einer Fahrgeschwindigkeit bis zu 15 Kilometer pro Stunde ist eine Signalisirung auf der Bahnstrecke nicht erforderlich.

Auch bei grösseren Geschwindigkeiten, bis zu 30 Kilometer pro Stunde, sind durchgehende Signale auf der Bahnstrecke nicht nothwendig; dagegen wird an besonders gefährdeten Stellen die Feststellung von Signalen zur Verständigung zwischen Bahn- und Zugpersonal erforderlich.

Bei noch grösseren Geschwindigkeiten treten unter allen Verhältnissen, mögen Zugkreuzungen stattfinden oder nicht, die Bestimmungen der »technischen Vereinbarungen« vom Jahre 1876 ein.

Bahnen II: Electrische oder optische Bahnsignale sind nicht nothwendig. Nur bei Niveaukreuzungen und Anschlüssen müssen entsprechende Signale angebracht werden.

Empfehlenswerth ist die Anlage electromagnetischer Telegraphen zur Correspondenz zwischen den Stationen.

Bahnen III: Wie vorstehend ad I, resp. II.

§ 109. Bahnen I, II u. III: Das Bahnpersonal, sofern solches erforderlich ist, muss instruirt werden, vorkommenden Falls die Züge zum Langsamfahren und Halten durch Signale anzuweisen, die bei Tage mit der Hand, einem Gegenstand (Flagge, Mütze, Werkzeug etc.), bei Nacht mittelst einer Laterne, und bei Nebel oder sonstigen Umständen, die ein optisches Signal unwirksam machen, mittelst eines Signalhornes gegeben werden.

Die Bedeutung der Signale soll dieselbe wie die durch die Vorschriften für die Hauptbahnen gegebenen sein.

Besondere Aufmerksamkeit ist darauf zu richten, dass in der Nähe einer Hauptbahn, oder beim Zusammenlaufen mit derselben, Irrthümer durch die Signale beim Betriebe beider Bahnen nicht erzeugt werden können.

§ 110. **Brückensignale.** Bahnen I, II u. III: Es sind Vorkehrungen zu treffen, dass der richtige Stand beweglicher Brücken in einer Entfernung von mindestens 300^m erkennbar ist. Ein solches Signal muss durch das Schliessen der Brücke selbstthätig gegeben werden.

§ 111. **Zugsignale.** Bahnen I u. III: Vom Zuge aus müssen folgende Signale gegeben werden:

1) Ein Extrazug oder eine Locomotive kommt nach.
2) Ein Extrazug oder eine Locomotive kommt in entgegengesetzter Richtung.

Jeder in der Dunkelheit fahrende Zug muss an der Vorderseite mindestens zwei nach vorn leuchtende Laternen und am Schlusse mindestens eine nach hinten leuchtende rothe Laterne, sowie ein dem Locomotivführer und dem Zugpersonal sichtbares, nach vorn leuchtendes Laternensignal führen.

Bahnen II: Wie vorstehend ad I.

Bei Zügen, die durch Pferde bewegt werden, müssen die Pferdeführer, sowie die Zugführer mit helltönenden Hörnern oder Pfeifen versehen sein, mit welchen sie die erforderlichen Zeichen bei der Bewegung des Zuges geben können.

Auch sind bei solchen Zügen am vorderen Wagen zwei hellleuchtende Laternen anzubringen, welche das Licht auf die Bahn werfen.

§ 112. **Signale des Zugpersonals.** Bahnen I u. III: Das Zugpersonal muss folgende Signale geben können:

der Locomotivführer:
1) das Signal: »Achtung«;
2) - - »Bremsen anziehen«;
3) - - »Bremsen loslassen«;

das Wagenpersonal an den Locomotivführer:
die Signale »Achtung« und »Halt«.

Bahnen II: Das Zugpersonal (der Locomotivführer oder Pferdeführer) muss folgende Signale geben können, der Locomotivführer durch die Dampfpfeife, der Pferdeführer durch ein lauttönendes Horn:
1) das Signal: »Achtung«;
2) - - »Bremsen fest«;
3) - - »Bremsen los«;

das Wagenpersonal an den Locomotivführer oder Pferdeführer:
die Signale »Achtung« und »Halt«.

§ 113. **Form der Signale.** Bahnen I, II u. III: Wenn feststehende Signalvorrichtungen angewandt sind, soll bei Tage die Form und nicht die Farbe allein die Signale ausdrücken.

Von den Weichen abgesehen, werden bei diesen Vorrichtungen die Flügelsignale empfohlen.

Zu optischen Nachtsignalen dürfen nur die Farben weiss, grün und roth verwendet werden, und zwar soll ausdrücken:
»Weiss«: Ordnung — freie Fahrt!
»Grün« : Vorsicht — langsam fahren!
»Roth« : Gefahr — Halt!

§ 114. **Knallkapseln.** Bahnen I, II u. III: Die Anwendung von Knallkapseln wird (bei Bahnen II excl. beim Pferdebetriebe) empfohlen.

Beschreibung ausgeführter Secundärbahnen.

§ 13. — Die Beispiele ausgeführter Secundärbahnen sind sehr zahlreich und mehren sich von Tag zu Tag. Eine genaue Beurtheilung der einzelnen Ausführungen, welche nur mit Berücksichtigung aller bezüglicher Localbedürfnisse geschehen kann, wird um so schwieriger, je specieller der Localcharakter ausgeprägt ist. Die Beschreibung ausgeführter Secundärbahnen, welche wir im Folgenden geben, kann daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen. Es handelt sich vielmehr nur darum, die oben erklärten allgemeinen Grundsätze in ihrer Anwendung zu zeigen und ausserdem dem Techniker Anhaltspunkte bei seinen Specialstudien zu geben.

Bei genauer Kenntniss der Localverhältnisse einer zu erbauenden Secundärbahn wird man durch unsere Beschreibung in den Stand gesetzt, ähnliche Fälle aufzufinden, und es wird dann auf diese Weise die vorliegende Arbeit als Handbuch ihren Zweck erfüllen.

Unter das Capitel der Localverhältnisse im weiteren Sinne fällt auch der Standpunkt, welchen, in den betreffenden Ländern, die Gesetzgebung zu den secundären Bahnen einnimmt und den wir wohl gelegenheitlich erwähnen werden, auf den wir aber nicht speciell eingehen können.

Bahnen, welche ausschliesslich den inneren Verkehr grosser Städte und deren nächster Umgebung vermitteln sollen, sowie Secundärbahnen, welche als Bergbahnen zu bezeichnen sind und für die wir eine Steigung von 40 ‰ als Grenze annehmen, werden an anderen Stellen dieses Werkes angeführt.

Unter den sogenannten Secundärbahnen giebt es solche, welche, nach unserem Begriff, als Hauptbahnen zu bezeichnen wären und welche man nur deshalb Secundärbahnen benannt hatte, um dadurch gewisse Erleichterungen beim Bau und Betrieb zu erzielen. Ferner giebt es eine grössere Anzahl von Bahnen, welche als Secundärbahnen gegründet wurden, um früher oder später in Hauptbahnen verwandelt zu werden. Die in diese Categorie fallenden Bahnen gehören nicht hierher, sondern nur diejenigen, welche ausschliesslich oder wenigstens überwiegend den Localverkehr vermitteln, mit leichtem Oberbau ausgestattet sind und mit geringer Geschwindigkeit befahren werden. Die Grenzen dieser Begriffe lassen sich kaum kurz definiren und sind vielmehr in den oben angeführten Grundsätzen enthalten, sowie nach dem dort beschriebenen Material und nach der Constructionsweise erkenntlich.

Schliesslich bemerken wir, dass Fabriksbahnen u. ä. so zahlreich sind und im Allgemeinen so wenig Charakteristisches bieten, dass wir von deren Aufzählung und Beschreibung hier ebenfalls abstrahiren.

Die hier beschriebenen Secundärbahnen werden wir in folgende Gruppen theilen:

A) Secundährbahnen, welche zum Theil Personenverkehr vermitteln sollen und theils normalspurig, theils schmalspurig sind.

B) Industriebahnen, normal- und schmalspurige.

C) Pferdebahnen, welche den Charakter von Localbahnen tragen und früher oder später in Dampfbahnen verwandelt werden.

A. Secundärbahnen mit normaler Spurweite, welche zum grossen Theil Personenverkehr vermitteln sollen.

Unter diesem Titel führen wir an

a) In Deutschland: die Ludwigs-Eisenbahn, die Eisenbahn Höchst-Soden, die Kirchheimer Eisenbahn, die Murgthalbahn, die Bahn von Winden nach Bergzabern etc.

b) In Oesterreich-Ungarn: die normalspurigen Secundärbahnen der österreichischen Staatsbahn, die Bozen-Meranerbahn etc.

c) In der Schweiz: die normalspurigen Secundärbahnen der Schweizerischen Nordostbahn und die Bödeli-Bahn.

d) In Frankreich und England: die Hérault-Bahn, die Leven & East of Five-Bahn, die Eisenbahn von Quainton nach Brill etc.

e) Normalspurige Secundärbahnen in Schweden, Norwegen und in anderen Ländern.

A. Secundär-Bahnen.

a) In Deutschland.

I. Normalspurig.

1. Ludwigs-Eisenbahn (Nürnberg-Fürth). Diese erste deutsche Bahn mit Locomotivbetrieb wurde im Jahre 1835 von Denis gebaut und bereits am 7. December 1835 eröffnet. Die ganze Bahnstrecke liegt in sehr günstigem Terrain, ist nur 0,8 Meilen (6,04 Kilom.) lang, eingleisig von $3^m,76$ Kronenbreite, das Maxi-

mum der Steigung beträgt $^1/_{500}$. Der Oberbau bestand anfangs aus 14,13 Kilogr. pro Meter schweren Stuhlschienen (von Remy & Co. in Neuwied), die Befestigung in den 7 Kilogramm schweren Stossstühlen und 5,75 Kilogramm schweren Mittelstühlen geschah durch eiserne Keile, und die Stühle waren mit hölzernen Dübeln, in welche eiserne Nägel eingetrieben wurden, auf Sandsteinquader von 525^{mm} Seite und 262^{mm} Höhe befestigt. Dieser Oberbau hat sich so vollkommen bewährt, dass noch heute zum grössten Theil die ersten Steinwürfel vorhanden sind. Statt der abgenutzten Stuhlschienen wurden vom Jahre 1863 ab breitbasige Schienen 25,615 Kilogr. pro Meter schwer direct auf jenen Steinen befestigt und nur in den Curven eine hölzerne Stossschwelle eingelegt. Die seit 1860 neu beschafften Steinunterlagen sind Granitwürfel; die Steinwürfel liegen zu 80 % mit den Schienen parallel, zu 20 % diagonal. Die breitbasigen Schienen haben eine Höhe von 97,5^{mm}, eine Kopfbreite von 50^{mm}, eine Fussbreite von 85,5^{mm} und Stegstärke von 15^{mm}, und der Schienenkopf hat in der Mitte eine Wölbung von 97^{mm} Radius. Auf eine Schienenlänge von 5^m,83 kommen 7 Steinunterlagen, die Befestigung geschieht mittelst Hakennägel von 177^{mm} Länge und 13^{mm} Stärke, sowie 0,15 Kilogr. pro Stück Gewicht in Holzdübel. An den Stössen sind Laschen von 448^{mm} Länge und 2,44 Kilogr. pro Stück schwer mittelst 4 Schraubenbolzen à 0,225 Kilogr. schwer angebracht. Das Profil der Schiene und die Laschenverbindung ist in Fig. 13 auf Tafel VI dargestellt. Nur in den Curven kommen auf den 2^m,34 langen, 350^{mm} breiten und 190^{mm} dicken eichenen Querschwellen Unterlagsplatten von 174^{mm} Länge, 187^{mm} Breite, 7,5^{mm} Dicke, mit einfacher Leiste und 1,76 Kilogr. pro Stück schwer, vor. Zur Verhinderung der Längenverschiebung sind die Schienen in der Mitte ihrer Länge am Fuss mit einer Kerbe versehen, in welche der Hakennagel eingreift.

Anfangs wurde die Nürnberg-Fürther Bahn nur an den Sonn- und Feiertagen mit Locomotiven und an den Wochentagen mit Pferden betrieben. Seit Anfang der Vierziger Jahre wurde allgemein der Locomotivbetrieb eingeführt. Es waren zu dem Ende nur zwei sechsrädrige Locomotiven, von Rob. Stephenson geliefert, vorhanden. Gegenwärtig bestehen die Transportmittel aus sechs sechsrädrigen Locomotiven mit Tender (vier von Maffei, zwei von Henschel), 22 vierrädrigen und elf sechsrädrigen Personenwagen mit 76 Plätzen I. Classe, 288 Plätzen II. Classe und 625 Plätzen III. Classe, drei offenen vierrädrigen Güterwagen und drei vierrädrigen Arbeitswagen.

Die Gesammtanlagekosten der Nürnberg-Fürther Bahn betrugen nur 372,978 Mark, wovon 7659 Mark auf Vorarbeiten, 59793 auf Grunderwerb, 44772 auf Erdarbeiten und Durchlässe, 8481 Mark auf Einfriedigungen, 94056 Mark auf Oberbau, 40131 Mark auf Bahnhöfe und Wärterhäuser (ausser den beiden Endstationen ist nur eine Haltestelle vorhanden) und 90906 Mark auf Betriebsmittel kommen. Diese Bahn ist eine der best rentirenden, indem dieselbe im Jahre 1840 bereits 460763 Personen beförderte, 1843 eine Jahresdividende von 15 Procent bezahlte, im Jahr 1874 aber einen Personenverkehr von 1,230,047 Personen erreichte und 30,69 Procent Dividende bezahlte.

An die Ludwigsbahn schliesst auch noch eine kleine Zweigbahn an, die Verbindungsbahn nach dem Gaswerk in Nürnberg. Die Länge beträgt 146^m, und sie wurde auf Kosten der Besitzer des Gaswerks (Sonntag, Spreng & Maier) hergestellt. Steigungsverhältnisse: 1:80, Radius der Curven: 175^m. Das Anlagecapital betrug 3972 und für Verlängerung der Gleise 1855/56 = 819 Mark; danach Gesammtsumme = 4761 Mark. Die erstmalige Benutzung fällt in das Jahr 1853. Der

Transport betrug in den Jahren 1865: 7,430,000 Kilogr., 1866: 5,917,750 Kilogr., 1867: 5,300,250 Kilogr. Kohlen. Die Kohlen werden in Wagenladungen auf der Staatsbahn bis zur Station Fürther-Kreuzung, von dorther auf der Ludwigsbahn nach Nürnberg gebracht und mittelst dieser Verbindungsbahn zur Gasfabrik abgestossen; dagegen die leeren Wagen wieder von ihr zurück an die Kreuzung gebracht, wodurch eine Erleichterung des Kohlenbezugs erlangt wird.

2. Höchst-Sodener Eisenbahn. Diese in den Jahren 1845|46 erbaute Bahn sollte anfangs nach dem atmosphärischen System von Clegg und Samuda auf dem Bankette der ganz geradlinigen Höchst-Sodener Chaussée, auf welcher in der Nähe von Soden eine Steigung von $^1/_{30}$ vorkommt, ausgeführt werden. Da sich jedoch das atmosphärische System nicht bewährte, so entschloss man sich zum Bau einer Locomotivbahn mit günstigeren Steigungsverhältnissen, wozu das Terrain acquirirt werden musste. Die Bahn hat eine Länge von 6,653 Kilometer, ist eingleisig mit einer Kronenbreite von $4^m,0$ ausgeführt, die Maximalsteigung beträgt 1 : 100 und der kleinste Curvenradius 284^m.

Zu dem Bahnoberbau wurden anfangs Schienen von 85^{mm} Höhe und 22 Kilogr. pro Meter Gewicht verwendet, in neuerer Zeit werden die abgängigen Schienen durch eben solche breitbasige von 95^{mm} Höhe und 22,5 Kilogr. pro laufenden Meter Gewicht ersetzt. Zur Verbindung an den Stössen dienen Laschen von 5,1 Pfd. pro Stück mit je vier Laschenbolzen à 0,74 Pfd. Die Hakennägel zum Befestigen auf den Schwellen wiegen 0,46 Pfd. pro Stück. Die Hochbauten bestehen in einem Empfangsgebäude mit Wohnung des Cassirers, einem Güterschuppen, einem Magazin und Wasserhaus, einer Wagenremise und Freiabtritt in Soden, sowie in einer Locomotivremise mit zwei Bahnwärterwohnungen und einem Wasserhaus in Höchst. Der Betrieb wurde am 22. Mai 1847 eröffnet. Das anfängliche Betriebsmaterial bestand aus zwei sechsrädrigen Locomotiven mit vier gekuppelten Triebrädern von $1^m,208$ Durchmesser, 305^{mm} Cylinderdurchmesser und 457^{mm} Kolbenhub, nebst vierrädrigen Tendern, sowie aus sieben Stück vierrädrigen Personenwagen. Das gesammte Anlagecapital betrug 651420 Mark, wovon allein 153000 Mark auf Grunderwerb, 66912 Mark auf Erdarbeiten und Durchlässe, 201396 Mark auf Oberbau, 7092 Mark auf Wegübergänge mit Barrièren und Wächterhütten, 32474 Mark auf Bahnhofshochbauten, 30,372 Mark auf Drehscheiben, Ausweichen und Einfriedigungen, 73,716 Mark für Locomotiven und 30,900 Mark für Wagen verwandt sind. Da diese kleine Bahn in den Jahren 1846—1859 nur während der Badesaison von Soden in der milden Jahreszeit 6—$6^1/_2$ Monate lang betrieben wurde, so konnte sie bei selbstständigem Betrieb, ungeachtet einer jährlichen Frequenz von ca. 100,000 Personen und 1,350,000 Kilogr. Güter nicht rentiren; dieses würde möglich gewesen sein, wenn sie nach dem anfänglichen Plane auf dem Bankette der Chaussee angelegt worden wäre, wobei ca. 300,000 Anlagekosten (des Terrainerwerbs, der Erdarbeiten, Durchlässe, des kürzeren Oberbaues etc.) hätten gespart werden können. In Folge dessen und als im Jahre 1859 grössere Reparaturen an dem Bahnoberbau und den Betriebsmitteln, Ergänzung der Schwellen etc. nöthig wurden, konnte die Actiengesellschaft die nöthigen Mittel nicht mehr beschaffen, der Betrieb der Bahn musste während dreier Jahre ganz eingestellt werden und die Gesellschaft war gezwungen zu liquidiren. Im Jahre 1863 erwarb die Taunuseisenbahngesellschaft die ganze Bahn mit Betriebsmittel für 200,000 Mark, nachdem die frühere Nassauische Regierung eine Zinsengarantie von $4^1/_2$ Procent eines Capitals von 300,000 Mark genehmigt hatte; 150000 Mark mussten nämlich noch weiter für bessere Instandsetzung und Gebäulichkeiten etc. von der Taunusbahn verwendt

den. Die Wiedereröffnung des Betriebes erfolgte am 30. August 1863 und letzterer geschieht jetzt während des ganzen Jahres.[15])

3) Kirchheimer-Eisenbahn. Diese 6,35 Kilometer lange Privateisenbahn wurde am 21. Septbr. 1864 eröffnet, dieselbe zweigt auf der Station Unterboihingen von der (nach Rottenburg führenden) oberen Neckarbahn ab und geht in nordwestlicher Richtung durch das Lauterthal in nahezu gerader Linie nach Kirchheim u. T. (mit ca. 6000 Einwohnern und einem besuchten Wollmarkt). Zwischenstationen hat sie nur eine in dem Orte Oethlingen, in welchem sich einige Fabriken, sowie Kunst- und Sägemühlen befinden. Die Steigungsverhältnisse zwischen Unterboihingen und Oethlingen sind durchschnittlich 1:160, zwischen Oethlingen und Kirchheim aber 1:90. Da die Richtung der Bahn nahezu einen rechten Winkel mit der Württembergischen Staatsbahn bildet, so wird die Abzweigung von letzterer mittelst eines Viertelkreises von 350^m Radius bewerkstelligt; die übrigen Curven sind sehr günstig. Das Lauterthal hat eine ziemliche Breite, und Seitenthäler sowie Nebenflüsse werden von der Bahnlinie nicht überschritten; in Folge dessen waren die Erdarbeiten und Kunstbauten sehr unbedeutend. Die Kronenbreite der eingleisigen Bahn beträgt $4^m,55$. Der Oberbau besteht aus alten noch brauchbaren Schienen des früheren Württembergischen-Staatsbahn-Schienenprofils von 97^{mm} Höhe, 61^{mm} Kopfbreite, 101^{mm} Fussbreite, 17^{mm} Stärke im Steg und 27,65 Kilogr. Gewicht pro Meter. An den Stössen sind doppelte Laschen von 464^{mm} Länge und 2,5 Kilogr. pro Stück Gewicht, mittelst je vier Schraubenbolzen à 0,25 Kilogr. angebracht. Auf eine Schienenlänge von $4^m,48$ kommen sechs Querschwellen von $2^m,24$ Länge, die eichenen Stossschwellen sind 280^{mm} breit und 170^{mm} dick, die tannenen Mittelschwellen 224^{mm} breit und 170^{mm} dick, die Befestigung der Schienen auf den Schwellen wird mittelst Hakennägel von 150^{mm} Länge, 15^{mm} Stärke und 0,26 Kilogr. Gewicht pro Stück bewerkstelligt, von denen vier Stück an jeder Stossverbindung und zwei Stück bei jeder mittleren Befestigungsstelle eingeschlagen werden. Ausserdem sind noch Unterlagsplatten von 184^{mm} Länge, 181^{mm} Breite und 10^{mm} Dicke mit doppelten Leisten, zwischen denen der Schienenfuss liegt, und zwar eine an jedem Schienenstoss und eine in der Mitte der Schiene angebracht; das Gewicht einer solchen Unterlagsplatte ist 2,875 Kilogr. Die Bahnhofsanlage in Kirchheim umfasst ein Verwaltungsgebäude mit zwei Wartesälen, Briefpost- und Eisenbahnschalter, Gepäckbüreau, Fahrpostlocal, Zimmer für den Bahnhofsverwalter etc., eine grosse Drehscheibe, eine Laderampe, einen Güterschuppen mit Localen für den Güterbeförderer und Oberschaffner, eine Wagenremise, eine Locomotivremise mit Reparaturwerkstätte und Magazin, sowie einen Freiabtritt. Die Betriebsmittel bestehen aus zwei sechsrädrigen Locomotiven mit Tender, fünf vierrädrigen und einem achträdrigen Personenwagen, zusammen mit 195 Plätzen, und aus zwei vierrädrigen Gepäckwagen. Die Locomotiven, von der Société Cockerill in Séraing gebaut, und die Personenwagen wurden der Kirchheimer Bahn aus den Vorräthen der Württembergischen Staatsbahn billig abgelassen; die für den Gütertransport benöthigten Wagen werden der Gesellschaft ebenfalls von der Württembergischen Staatsbahn-Verwaltung gegen Entrichtung der üblichen Wagenmiethe gestellt.

Die Gesammtanlagekosten der Kirchheimer Bahn haben betragen 708390 Mark, davon kommen auf Vorarbeiten 4500 Mark, Grunderwerb 125208 Mark, Erdarbeiten 73800 Mark, Einfriedigungen 12600 Mark, Wegeübergänge 3000 Mark, kleine Brücken und Durchlässe 10200 Mark, Bahnoberbau 208566 Mark, Bahnhöfe und Wärterhäuser

[15]) Nach den Jahresberichten der Sodener Actiengesellschaft pro 1847 und der Taunusbahn pro 1869.

137955 Mark. Betriebsmittel 99600 Mark. Im Jahr 1874 wurden befördert 199396 Personen und 35277850 Kilogr. Güter und Reisegepäck. Die Einnahmen betrugen 123780 Mark, die Ausgaben 76740 Mark, mithin der Ueberschuss 47040 Mark oder 6,64 Procent des Anlagecapitals.

4) Murgthalbahn (Rastatt-Gernsbach). Diese vom Professor Baumeister in Carlsruhe in den Jahren 1868 und 1869 ausgeführte, 14,93 Kilometer lange secundäre Bahn war anfangs mit sehr einfachen Bauanlagen und Betriebseinrichtungen projectirt, und hoffte man die Meile incl. Betriebsmittel für 390000 Mark herstellen zu können. Da jedoch die Badische Staatsbahn gegen Abgabe von 55 Procent der Brutto-Einnahme an die Staatsverwaltung den Betrieb übernehmen sollte, wobei sie die Transportmittel zu stellen übernahm, so bedingte sie, dass alle baulichen Einrichtungen, mit Ausnahme der eingleisigen Bahn und des geringeren Schienengewichts, ähnlich denen auf den Badischen Staatsbahnen ausgeführt würden, wodurch eine wesentliche Erhöhung des Anlagecapitals (auf 525000 Mark pro Meile, ausschliesslich Betriebsmittel) bedingt wurde.

Die stärkste Steigung beträgt 1:200 und erstreckt sich ungefähr auf die halbe Länge der Bahn. Der kleinste Radius der Curven ist 270^{m}. Das Planum hat eine Kronenbreite von 3^{m},6 und war mit Ausnahme eines nicht unbeträchtlichen Felsenkopfes sehr einfach herzustellen, da die meistens breite Thalsohle eine ziemlich freie Tracirung gestattete. Die Bahn liegt zum grössten Theile auf niedrigen Dämmen, deren Material durch Seitenentnahme gewonnen wurde. Bedeutende Uebergangswerke kommen nicht vor, die Murg wird nicht überschritten, dagegen eine grosse Zahl von Seitenbächen, Wässerungsgräben und dergl. Zur Bettung dienten, ausser Schotter aus dem oben erwähnten Felsenkopfe, Kies, theils aus Gruben, theils aus dem Fluss. Der Oberbau besteht aus breitbasigen, scharf unterschnittenen Schienen von 27,24 Kilogr. pro laufenden Meter und 7^{m},5 Länge. Die Schienenhöhe beträgt 102^{mm}, die Kopfbreite 54^{mm}, die Fussbreite 90^{mm} und die Dicke des Stegs 15^{mm}. An den Stössen (Fig. 25 u. 26 auf Tafel IX) sind Laschen von 430^{mm} Länge und 2,5 Kilogr. pro Stück schwer (mittelst vier Bolzen von je 0,42 Kilogr. Gewicht befestigt) sowie Unterlagsplatten von 270^{mm} Länge, 150^{mm} Breite und 5^{mm} Dicke, pro Stück 1,435 Kilogr. schwer angewandt. (Fig. 11 auf Tafel VI zeigt eine Ansicht des Schienenprofils und Laschenverbindung.) Die Stossschwellen sind von Eichenholz 300^{mm} breit, die Mittelschwellen von Tannenholz 240^{mm} breit, sämmtliche Schwellen 2^{m},4 lang und 150^{mm} stark. Dieselben wurden in der Kyanisiranstalt von Katz und Klumpp in Gernsbach mit Quecksilbersublimat präparirt. Ausser den Endbahnhöfen sind vier Zwischenstationen: Kuppenheim, Rothenfels, Gagenau und Hördten angelegt; auf den Zwischenstationen befindet sich je ein zweistöckiges Aufnahmegebäude mit zwei Wohnungen und eine Güterhalle mit Verladerampe, zum Theil auch Brückenwaage und Verladekrahn. In dem Endbahnhof Gernsbach kommt hinzu — ausser grösseren Dimensionen dieser Objecte — eine Locomotivremise für vier Tendermaschinen und eine Wagenremise. Die Trennungsstation Rastatt wurde durch die Verwaltung der Staatsbahn entsprechend erweitert, und musste hierzu von Seiten der Gesellschaft ein Beitrag von 61413 Mark geleistet werden. An Bahnwärterhäusern wurden elf errichtet, sämmtlich als Familienwohnungen mit je drei Zimmern, Küche und Zubehör. Die Aufnahmegebäude der Bahnhöfe, die Bahnwärterhäuser und die Locomotivremise sind massiv aus Sandstein in sauberem Rohbau erbaut, da diese Bauweise bei den Verhältnissen des Murgthals nicht viel theuerer als ein sauberer Fachwerksbau zu stehen kam und den Vorzug der Solidität hatte. Alle übrigen Hochbauten, welche

keine Wohnungen enthalten, sind dagegen nur in Holzconstruction, Bretterwänden und Ziegeldächern errichtet.

Die Anlagekosten für die ganze zwei Meilen lange Bahn beträgt:

Grunderwerb	205716	Mark.
Erdarbeiten, einschliesslich Bettung	137136	-
Kunstbauten: Uebergangswerke, Einfriedigung, Brückenwaage, Krahne, Drehscheiben	60000	-
Oberbau, einschliesslich Weichen	351429	-
Hochbauten	162855	-
Allgemeine Kosten, worunter Zinsen während der Bauzeit und Beitrag zur Erweiterung des Rastatter Bahnhofs	130284	-
Summa	1047420	Mark.

Die Murgthalbahn wird von der Grossherz. Eisenbahn-Generaldirection betrieben gegen eine Vergütung von 55 Proc. der Roheinnahme. Betragen diese 55 Proc. der Roheinnahme — ein Jahr in das andere gerechnet — mehr als den wirklichen Betriebsaufwand, so wird dieser Mehrbetrag der Gesellschaft überlassen. Reichen die 55 Procent zur Bestreitung des Betriebsaufwandes nicht hin, so hat die Bahngesellschaft das Fehlende aus den ihr zukommenden 45 Procent der Roheinnahme zuzuschiessen, insoweit derselben nach Abrechnung einer vierprocentigen Rente aus dem Baucapital — ein Jahr in das andere gerechnet — noch ein Ueberschuss verbleibt. Für Mitbenutzung des Bahnhofs in Rastatt hat die Gesellschaft ein Sechstel der Betriebs- und Unterhaltungskosten zu entrichten. Als Beitrag für die Central- und Betriebsverwaltung wurden im ersten Vertrag 300 fl. festgesetzt. Ein später von der Grossherzoglichen General-Direction der Gesellschaft vorgelegtes Uebereinkommen über Verwaltung und Betrieb der Bahn nahm den Beitrag für Central- und Bezirksverwaltung auf 8600 Mark in Aussicht. Eine Verständigung auf dieser Grundlage wurde nicht erzielt. In Folge dessen wurden vom Grossherzoglichen Handelsministerium neue Vertragsbestimmungen, welche die allgemeine Grundlage für die Privatbahnen abzugeben bestimmt sind, auch der Murgthalbahngesellschaft für Berechnung des Betriebsaufwandes für Central- und Bezirksverwaltung, zur Annahme übergeben; eine Verständigung erfolgte bis jetzt hierüber nicht. Aus den Acten entnehmen wir, dass die Murgthalbahn die Beschlüsse der Kammer über die in diesem Betreff eingereichte Petition abwarten wolle, ehe sie in weitere Unterhandlung eintrete.

5) Freiburg-Breisach-Eisenbahn. Diese Bahn gilt als secundär, insofern sie streng eingleisig (auch im Grunderwerb durchgeführt), mit leichterem Oberbau als die anstossende badische Hauptbahn versehen und thunlichst sparsam behandelt wurde. In letzterer Beziehung war man jedoch beschränkt, theils durch die Rücksicht auf künftige Fortsetzung der Bahn nach Colmar, theils durch die Erfordernisse der badischen Staatseisenbahn-Verwaltung, welche den Betrieb nach den bei ihr üblichen Geschäftsformen übernahm. So wurden namentlich die Bahnhöfe ziemlich reichlich mit Gleisen, Dienstwohnungen, Betriebseinrichtungen ausgestattet und die Endstation Breisach zum Uebergang auf die elsässischen Bahnen vorgesehen. Dagegen fiel die entsprechende Erweiterung des Bahnhofs Freiburg, welche ohnedies schon für die Bedürfnisse der Hauptbahn allein beabsichtigt war, den Unternehmern nicht zur Last, sondern wurde durch die Staatsbahn auf eigene Rechnung besorgt.

In das folgende Kostenverzeichniss fallen ausser der Endstation Breisach noch drei Zwischenstationen, bei einer gesammten Bahnlänge von 22,5 Kilometer. Die

Kosten betragen in abgerundeten Zahlen, nach dem Schema, welches behufs Vergebung gleichartiger Arbeiten in Grossaccorden angenommen wurde, wie folgt:

1.	Grunderwerb	122,000 fl.
2.	Erdarbeiten	180,000 -
3.	Kunstarbeiten	110,000 -
4.	Oberbau	176,000 -
5.	Hochbauten	176,000 -
6.	Allgemeine Kosten . .	57,000 -
	Summa	920,000 fl.

Zur Erläuterung diene noch Folgendes:

a. Der Grunderwerb wurde durch unentgeltliche Stellung von Gemeindeeigenthum unterstützt. Die mittlere Breite des angekauften Terrains (einschliesslich Bahnhöfe) beträgt 23 Meter, diejenige des zu Eigenthum behaltenen, nach Verkauf zahlreicher Materialgewinnungsgruben neben der Bahn, 17 Meter.

b. Hier sind inbegriffen 27000 fl. für Bettung sämmtlicher Gleise, sowie 18,000 fl. für Bekiesung und Chaussirung von Wegen aller Art. Die Bahn besitzt nur einen erheblichen Einschnitt, durch einen Vorhügel in Löss und Mergel, durchzieht im Uebrigen ebenes Land und liegt dabei grösstentheils im Auftrage. Zur Gewinnung von Bettungs-, sowie von Anschüttungsmaterial konnten meist Kiesgruben neben der Bahn dienen. Pro laufenden Meter Bahn entfielen durchschnittlich 10 Cubikmet. Erdarbeit (Bahnhofsplätze, Zufahrtswege u. s. w. eingeschlossen).

c. Die Kosten der Kunstbauten zerfallen in 58000 fl. für Brücken und Dohlen; 32000 fl. für Bahnhofseinrichtungen, als Brückenwagen, Drehscheiben, Verladeplätze, Entleerungsgruben, Wasserstation; endlich 20,000 fl. für Bahnbezeichnung: Einfriedigung und Barrièren, Abtheilungszeichen und Signale.

d. Die Hochbauten bestehen in 16 Bahnwarthäusern (à 2800—4000 fl.), 4 Aufnahmsgebäuden und 4 Güterhallen, 1 Locomotiv- und 1 Wagenremise, 2 Beamtenkasernen à 4 Wohnungen, und entsprechenden Nebengebäuden. Es wurde grösstentheils Massivbau durchgeführt, theils in Backstein, theils in Bruchstein und Quader.

e. Unter den allgemeinen Kosten sind ständiges und vorübergehendes Bau- und Rechnungspersonal, Baukosten aller Art, Vorarbeiten, Vermessungsmaterialien, Eröffnungsfeierlichkeiten und dergl. enthalten.

Die Bahn wird neben einer Garantie von $3^1/_2$ Proc. durch die Staatsbahnverwaltung gegen 50 Proc. der Roheinnahme betrieben. Das Gesetz vom Jahre 1874 hat eine Aenderung getroffen; nach dieser tritt die Grossherzogliche Staatsbahnverwaltung als Pächterin der Bahn auf und zahlt jährlich $4^1/_2$ Procent des aufgewandten Baucapitals.

Die Bahn wurde unter Leitung des Professors R. Baumeister in Karlsruhe erbaut und am 15. Septbr. 1871 eröffnet. Die Bahn ist eingleisig und 3,0 Meilen (22,44 Kilom.) lang. Das stärkste Gefälle beträgt 1:86, die Kronenbreite ist $3^m,60$.

Die Schienen haben gleiches Profil und Gewicht, wie die im Murgthal angewandten. welche durch Fig. 11 auf Tafel VI dargestellt sind, und ebenso gleiche Laschen.

Die Schienen sind mit schwebenden Stössen verlegt; auf einer Schienenlänge von $7^m,5$ liegen neun Schwellen, die in folgender Weise vertheilt sind:

540	870	870	870	870	870	870	870	870	540

a a b c b a a

Von Eichenholz sind überall, ausser in Nebengleisen, die Schwellen *a a*, ausserdem noch in geraden Linien über 1:100 Gefälle und in Curven über 600^m Radius

die Schwelle *c*, in Curven unter 600^{m} Radius die Schwellen *bb*. Alle übrigen Schwellen sind von Nadelholz. Die Schienen liegen auf den Schwellen *aa* nächst dem Schienenstoss auf Unterlagsblechen von 4^{m},5 Dicke, 150^{mm} Länge und 90^{mm} Breite, welche in 81^{mm} Entfernung mit je zwei Löchern 21 u. 16,5^{mm} Weite versehen sind, durch die Schienenkloben treten und welche zugleich an dieser Stelle in Einklinkungen am Schienenfuss eintreten, um die Längenverschiebung der Schienen zu verhindern. Die Schienenkloben haben einen quadratischen Querschnitt von 15^{mm} Seite, sind incl. Kopf 150^{mm} lang, der Kopf besteht aus einfacher Nase und ist am Stiele pyramidalisch nach oben erweitert; sie wiegen pro Stück 0,275 Kilogr.

Bei durchlässigem Boden liegen die Schwellen auf Dämmen und in Einschnitten in einem 30^{mm} gleich starken Kiesbette; bei undurchlässigem Boden hat die Dammkrone von der Bahnachse nach beiden Seitengräben eine Neigung von 1 : 9, so dass das Kiesbett in der Mitte eine Stärke von 30^{mm} und an beiden Seiten der Bahnkrone eine Dicke von 60^{mm} hat.

6. Renchthalbah'n. Die erst neu eröffnete Renchthalbahn hat nach Art. 3 des Gesetzes vom 16. April 1870 auf die Dauer von 25 Jahren an die Staatsverwaltung, für Uebernahme des Betriebs, mindestens 55 Procent der Roheinnahme zu vergüten. Für diese gelten auch die ähnlichen weiteren Bestimmungen, wie solche der Murgthalbahn auferlegt sind. Auf dem Landtag 1874 wurde eine Abänderung dieses Gesetzes dahin beschlossen, dass die Uebernahme des Betriebes durch den Staat gegen Vergütung von 55 Procent der Roheinnahme erfolgen könne, dass aber den Unternehmern vorweg, aus der Roheinnahme ihres Anlagecapitals Zinsen von $4^1/_2$ Procent zufallen. Sämmtlichen Bahnen, welche unter Staatsverwaltung stehen, werden Kosten für Central- und Bezirksverwaltung, sowie für Mitbenutzung der Anschlussbahnhöfe berechnet. Eine Ausnahme ist jedoch in dem neuesten Vertrag über den Bau der Renchthalbahn in Art. 14 gemacht: dieser lautet:

> »Auch ist eine angemessene Vergütung für Mitbenutzung des Bahnhofs oder der Bahnhofanlagen von der Staatsbahnverwaltung, dann in Anrechnung zu bringen, wenn dem Eigenthümer der Bahn mehr als $4^1/_2$ Procent des Baucapitals der Bahn zufallen.«

Die Länge der durchaus eingleisigen Bahn zwischen den Enden der Endstationen beträgt 18,5 Kilometer.

Ausser der Endstation Oppenau und einer Erweiterung der Staatsbahnstation Appenweier wurden vier Zwischenstationen angelegt, wovon zwei nur Haltestellen für Personenverkehr sind. Stärkste Seigung 11‰, kleinster Halbmesser 360 Meter. Oberbau gleich Freiburg-Breisach u. A.

Um die Stationen den Ortschaften möglichst nahe zu bringen, ist der Fluss dreimal überschritten, und überhaupt die Linie streckenweise vertheuert, so dass die Baukosten pro Kilometer höher als auf früheren badischen Zweigbahnen nach demselben System zu stehen kommen, nämlich in runden Zahlen:

1. Grunderwerb		330000 Mk.
2. Erdarbeiten:		
Lösung und Transport	220000	
Böschungen, Pflaster, Stützen	100000	
Wegflächen aller Art	65000	
Bettung der Gleise	55000	
		440000 Mk.
Transport		770000 Mk.

facher Nase und conischer Erweiterung nach oben. Dieselben sind 128^{mm} lang, unter dem Kopf 12 u. 14^{mm} stark und wiegen 0,2 Kilogr. pro Stück.

Die Kosten des Oberbaues betragen[16]:

a) für Schienen	59,151	Gulden	23	Kreuzer	
b) für Laschen, Bolzen, Kloben	5,690	-	18	-	
c) für Legen der Gleise . . .	4,891	-	49	-	
d) für Schwellen	26,646	-	03	-	
e) für Kiesbett	8,330	-	05	-	
f) für Geschirr	408	-	11	-	
Summa	105,087	Gulden	49	Kreuzer	210,175 Mark,

oder pro laufenden Meter 10 Gulden (pro Kilometer 17,387 Mark).

Ausser den beiden Endstationen kommen noch zwei Zwischenstationen (Barbelroth und Drusweiler) vor. Der Bau wurde in Regie ausgeführt, und das Terrain bot keine besonderen Schwierigkeiten. Das ganze Anlagecapital beträgt 624000 Mark oder 61735 Mark pro Kilom. (462000 Mark pro Meile).

8) Die Hüggelbahn bei Osnabrück. Diese ca. 1 Meile (7,458 Meter) lange Bahn gehört der Georgs-Marien-Hütte bei Osnabrück und führt von deren Eisensteinlager am sogenannten Hüggel nach der Hütte. Die Bahn wurde im Jahre 1865 erbaut. Von dem anfänglichen Plane einer schmalspurigen Bahn (von 1^{m} Spurweite) ging man ab, als der Bau der Venlo-Hamburger Bahn gesichert war, welche zwischen Münster und Osnabrück dicht an der Hüggelbahn vorbeiführen musste. Um auf diesem Wege eine directe Zuführung der westphälischen Kohle nach der Hütte und die Abführung des producirten Eisens an die Abnehmer, ohne Umladung an dem Anschlusspunkte an jene Hauptbahn, zu ermöglichen, entschloss man sich, eine normalspurige Bahn zu bauen. Soviel als irgend möglich suchte man dabei alle Zwischentransporte zu vermeiden, und ist man deshalb bis unmittelbar an die Erzförderungsschächte gegangen, auch wurden statt der, Menschenkräfte bedingenden, Drehscheiben auf der Hütte, Drehcurven eingerichtet, vermittelst welcher die zu entladenden Wagen durch die Locomotiven bis in die Möllerräume (Absturzstelle) gebracht werden.

Da drei Bergrücken die Bahnlinie fast rechtwinklig schneiden, so sind ziemlich bedeutende Erdarbeiten, Dämme von 9—11^{m} Höhe und Einschnitte bis zu 11^{m} Tiefe nöthig geworden, dennoch kommen verlorene Gefälle und Steigungen von 1:60, sowie Curven von 280—935^{m} Radius auf freier Bahn vor. Die oben erwähnte Drehcurve auf dem Hüttenbahnhof hat nur 116^{m},8 Radius, wird aber von den vierrädrigen Locomotiven und Wagen ohne Schwierigkeit befahren. Ausser den Endbahnhöfen auf der Georgs-Marien-Hütte und dem Rothenberge sind noch drei Haltestellen hergestellt.

Die Gleislänge der eingleisigen Bahn beträgt mit den Nebengleisen der Bahnhöfe 10,28 Kilom. Zum Oberbau sind breitbasige Schienen von 131^{mm} Höhe des preussischen Ostbahnprofiles verwendet. Der Kosteneinschränkung wegen wurden nicht neue Schienen gekauft, sondern solche, die wegen Schönheitsfehler, kleiner Sandkörner im Kopfe oder wegen unbedeutender Risse im Fusse, bei der Abnahme durch den Staat, auf mehreren westphälischen Walzwerken ausgeschossen waren. Diese Schienen haben sich beim Betriebe vollkommen bewährt. Sie sind in geraden Linien mit schwebendem Stosse verlegt, während in den Curven die Stösse in Verband und auf Schwellen und Stossplatten verlegt wurden.

---

[16]) Nach gefälligen Angaben des Herrn Oberingenieurs Basler in Ludwigshafen, unter dessen Leitung diese Bahn gebaut wurde.

Der Bettungskörper besteht aus einer Packlage von 230mm Höhe aus Hochofenschlacke, über welche Kies oder zerkleinerte Hochofenschlacke bis zur Schwellenoberkante geschüttet ist, da Kies nur zu hohen Preisen und von schlechter Qualität zu beschaffen war. Auch die Banquette zu beiden Seiten des Gleises sind aus Hochofenschlacken gebildet, wodurch eine leichte Abführung des Wassers vom Gleise vermittelt wird.

Zum Transport der Eisensteine sind 46 Wagen à 200 Ctnr. Tragfähigkeit beschafft. Die Langträger bestehen aus Doppel T-Eisen, die lichte Länge der Wagenkasten beträgt 4m,735, die Breite 2m,537, die Höhe 550mm. Der Fussboden ist doppelt, die obere Lage in der Richtung des Ausschaufelns der Erze, rechtwinkelig auf der Längsachse des Wagens liegend. Aus den Wagen sind drei Züge à zwölf Wagen gebildet, während der eine Zug beladen wird, findet die Entladung des zweiten und der Transport des dritten Zuges statt.

Da im ehemaligen Königreich Hannover kein Berggesetz existirte, welches die Enteignung des Grund und Bodens für industrielle Bahnen ermöglicht, so konnte die Concession zur Herstellung der Hüggelbahn nur unter dem Vorbehalte der Vermittelung eines öffentlichen Verkehrs durch diese Bahnanlage ertheilt werden. Wenn es auch wahrscheinlich ist, dass nach Vollendung der Venlo-Hamburgerbahn der öffentliche Betrieb auf der Hüggelbahn, welche an jene anschliessen wird, für die anliegenden Ortschaften nicht ohne Wichtigkeit sein wird, so ist derselbe zur Zeit durchaus unerheblich. Es war deshalb in den ersten Jahren des Betriebes, um den Transport der leeren Personenwagen mit den für den öffentlichen Verkehr ausgesetzten Zügen zu vermeiden, einer dieser Wagen auf der Hütte und der zweite an dem anderen Endpunkte am Rothenberge stationirt. Ein Anhängen dieser Personenwagen fand nur statt, wenn Personen zur Mitfuhr vorhanden waren. In neuerer Zeit hat sich der Personenverkehr so gehoben, dass sechs Züge täglich mit Personenbeförderung nach beiden Richtungen gehen und ein regelmässiger Anschluss an die Züge der Venlo-Hamburgerbahn stattfindet.

Die vierrädrigen Tendermaschinen haben 382mm Cylinderdurchmesser, 610mm Hub und mit Kohlen und Wasser ein Gewicht von 25000 Kilogr. Der Radstand beträgt 2m,45 und die ganze Länge der Maschine von Buffer zu Buffer 7m,88.

Die Baukosten der Hüggelbahn belaufen sich incl. des Betriebsmaterials (2 Locomotiven, 46 Transportwagen und 2 Personenwagen) auf rund 240000 Thlr. Es werden täglich ca. 14000 Ctr. Erze befördert, deren Transport jetzt 0,2 Sgr. pro Meile und Ctr. kostet, während er früher per Landfuhrwerk, ungerechnet der sehr bedeutenden Unterhaltungskosten der Zufuhrwege auf 0,95 Sgr. kam.[17]

9. Neumünster-Heide-Tönning. (Westholsteinische Eisenbahn.) Diese 78,5 Kilometer lange normalspurige Secundärbahn, welche von Neumünster über Heide nach Tönning führt, wurde am 21. Juli 1875 der Westholsteinischen Eisenbahngesellschaft in Neumünster concessionirt. Der Bau der Bahn wurde im Mai 1876 begonnen und ist soweit vorgeschritten, dass die Bahn voraussichtlich im September 1877 dem Betriebe wird übergeben werden können.

Das Baucapital dieser Bahn ist auf 3,750,000 Mk. oder pro Kilom. 47,800 Mk. veranschlagt; es lässt sich aber schon jetzt übersehen, dass hieran nicht unerheblich gespart werden wird. Der Unterbau wird eingleisig, und nur in Ortschaften ist das Terrain für ein zweites Gleis erworben. Die Abtretung des Terrains zur Inangriffnahme des Baues ist durchweg freiwillig erfolgt, wie auch bis jetzt etwa die Hälfte der Grundstücke gütlich erworben ist.

[17] Nach Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1866, p. 67.

Fig. 1 auf Tafel VI giebt die Ansicht eines Querprofils der Bahn, und die ;. 1 u. 2 auf Tafel XI zeigen die Grundrisse der grossen Haltestelle (Hanerau) und kleinen (Innien); die Gebäude der kleinen und grossen Haltestellen dieser hn sind in verschiedenen Ansichten und im Grundriss durch Fig. 1—6 auf Tafel II dargestellt. Die Stationsgebäude sind natürlich höchst einfach aus Fachwerk geführt; nur in Heide, wo die Marschbahn (Itzehoe-Heide) und Heide-Wesselbühren mündet, werden gemeinschaftliche grössere massive Gebäude errichtet.

Die Schienen dieser Bahn wiegen 23,0 Kilogr. pro Meter und sind 107mm hoch. s Profil derselben, wie gleichfalls die angewandte Laschenverbindung, ist durch ;. 3 auf Tafel VI gegeben. Das Gewicht der Lasche beträgt 3,3 Kilogr.

Die Bedeutung der Bahn für den durchgehenden Verkehr ergiebt sich daraus, s der Viehtransport aus den beiden Dithmarschen und Eiderstedt nach Hamburg l dem Innern Deutschlands, sowie der Hintransport des mageren Vieh's zur Fett-itung ein sehr bedeutender und der Transport der Dithmarscher Bodenproducte eizen, Bohnen, Rapps etc.) nach der bezeichneten Richtung und Rücktransport von ggen, gleichfalls ein erheblicher werden wird. Hervorzuheben ist, dass die Strecke umünster-Heide ganz bedeutende Waldungen und Torfmoore trifft, deren Producte zt meilenweit an die Altona-Kielerbahn gefahren werden müssen.

Auch in strategischer Hinsicht hat die Bahn insofern Bedeutung, als durch die-be Truppen nach der Küste der Nordsee, nach der Eider- und Elbmündung hin-vorfen und kleinere Kriegsfahrzeuge in Karolinenkoog Anlegepunkte finden können.

Was den Localverkehr betrifft, so wird derselbe voraussichtlich ein sehr be-itender werden und zwar durch Austausch von Rohproducten zwischen Marsch und est bis Neumünster, wie Getreide, Stroh, welches in der Marsch nicht verwandt d, Marscherde für den Sandboden im Osten etc. Transport der in der Marsch ricirten Ziegelsteine nach Osten und Rücktransport der vielen und grossen Findlinge h den Uferbauten an der Eider- und Elbmündung, und von Brennholz und Torf.

Die Stationsorte und Entfernungen sind folgende:

Bahnhof Neumünster	0,0	Kilom.
Kl. Haltestelle Innien, Entfernung von Neumünster	14,0	-
Gr. Haltestelle Hohenwestedt, Entf. von Neumünst.	23,0	-
Kl. Haltestelle Beringstedt, Entfern. v. Neumünster	31,0	-
Kl. Haltestelle Gochels, Entfernung von Neumünster	35,5	-
Gr. Haltestelle Hanerau, Entfern. von Neumünster	39,0	-
Kl. Haltestelle Albersdorf, Entfern. v. Neumünster	48,0	-
Kl. Haltestelle Nordhastedt, Entfern. v. Neumünster	55,5	-
Bahnhof Heide, Entfernung von Neumünster . . .	62,0	-
Kl. Haltestelle Weddingstedt, Entf. von Neumünster	67,0	-
Kl. Haltestelle Hemme, Entfernung von Neumünster	74,0	-
Station Karolinenkoog (Tönning), Entf. v. Neumstr.	78,5	-

Es kommen mehrfach bedeutende Steigungen bis 16,6‰ vor, trotzdem sind h erhebliche Einschnitte bis zu 10 Meter und Dämme bis zu 8 Meter erforderlich vesen. Die stärkste Curve hat 450 Meter Radius und dies auch nur vor Stationen, der freien Bahn ist 1000 Meter als Minimalradius festgehalten.

Die Maschinen (aus der Fabrik »Hohenzollern« bei Düsseldorf) sind dreiachsige nderlocomotiven mit einer Radbelastung bis zu 4750 Kilogr., sie haben sich bei teigung der bedeutenden Höhen mit der vorgeschriebenen Last sehr gut bewährt. Maximalgeschwindigkeit beträgt 30 Kilometer pro Stunde.

Für den Localverkehr wichtig ist insbesondere der Verkehr der Stadt Langen-
:nn und ihres Hinterlandes. Die wichtigsten Bodenproducte sind Bausteine aus
eupersandsteinquadern, Getreide, Hopfen, Holz.

11. Georgensgemünd-Spalt. Diese gleichfalls der Bayerischen Staats-
ahn angehörige secundäre Bahn ist nach dem Gesetz vom 10. Juli 1870 ausgeführt
id 0,95 Meilen (6,92 Kilom.) lang. Der Unterbau ist eingleisig hergestellt. Die Linie
thält: Gerade Strecken und Curven mit Radien grösser als $1200^m = 5080^m$, Curven
it Radien von $300 - 1200^m = 1840^m$. Horizontale Strecken$=2944^m$. Steigungen von
)0 $- \frac{1}{300} = 2929^m$, Steigungen von $\frac{1}{301} - \frac{1}{\infty} = 1049^m$ lang und beträgt das Bau-
pital 398,275 Mk. = 57,554 Mk. pro Kilom. Die Inangriffnahme des Baues ist
Frühjahr 1871 und die Bauvollendung im Frühjahr 1872 erfolgt.

Die Bahn dient hauptsächlich dem Verkehr der Stadt Spalt und ihrer Umgebung
odenproducte: Hopfen, Holz, Getreide) und erhält die Stationen Georgensgemünd
tation der Bahn Pleinfeld-Nürnberg) und Spalt. Maximalsteigung 1:250, Minimal-
dius der Curven 750 Meter. Technische Schwierigkeiten kommen auch hier nicht vor.

12. Schwaben-Erding. Diese ebenfalls nach dem Gesetz vom 10. Juli
70 von der Bayerischen Staatsbahn ausgeführte, 1,91 Meilen (= 13,63 Kilometer)
nge secundäre Bahn zweigt an der Station Schwaben (an der München-Braunauer-
hn) ab und hat ausserdem nur noch die Station Erding und die beiden zwischen
:hwaben und Erding gelegenen Personenhaltestellen Ottenhofen und Aufhausen.
)denproducte: hauptsächlich Getreide.

Die Bauarbeiten waren für eine Vicinalbahn immerhin bedeutend, da 55,000
:hachtruthen (ca. 245,000 Cubikmeter) lehmige Erde zu bewegen, eine Brücke über
e Sempt und 19 Durchlässe zu erbauen waren. Die Maximalsteigung beträgt 1:200
id der kleinste Curvenradius 584 Meter. Die Linie besteht aus: Geraden und
ırven von über 1200^m Radien $= 12068^m$, Curven mit $300 - 1200^m$ Radien $=$
62^m. Horizontale Strecken $= 2172^m$. Steigungen von $\frac{1}{100} - \frac{1}{300} = 6622^m$, Stei-
ıngen von $\frac{1}{301} - \frac{1}{\infty} = 4835^m$ lang. Der Unterbau wurde eingleisig hergestellt,
ıch das Terrain nur für ein Gleis erworben. Das Baucapital beträgt 893,548 Mark,
id ausserdem 192,500 Mark für Grunderwerb etc., sowie Erd- und Dammarbeiten,
elche der Stadtgemeinde Erding zur Last fielen. Die Inangriffnahme des Bahnbaues
schah im Sommer 1871 und Bauvollendung und Eröffnung im Jahre 1872.

13. Wiesau-Tirschenreuth (eröffnet 1872), Abzweigung auf der Station
'iesau an der Weiden-Egerbahn. Länge: 11 Kilometer. Geraden und Curven
ɔer 1200^m Rad. $= 3356^m$; Curven von $300-1200^m$ Rad. $= 7644^m$. Horizontale
:recken $= 995^m$. Steigungen von $\frac{1}{100} - \frac{1}{300} = 7630^m$, Steigungen von $\frac{1}{301} - \frac{1}{\infty}$
$= 2375^m$ lang. Anlagekosten: 401,948 Mk. pro Kilometer = 36,541 Mk.

14. Steinach-Rothenburg (eröffnet 1873), Abzweigung auf der Station
einach an der Würzburg-Ansbacherbahn. Länge: 11,07 Kilometer. Geraden und
ırven über 1200^m Rad. $= 7890^m$; Curven von $300-1200^m$ Rad. $= 3180^m$. Ho-
zontale Strecken $= 2383^m$. Steigungen von $\frac{1}{70} - \frac{1}{99} = 2609^m$, Steigungen von $\frac{1}{100}$
$- \frac{1}{300} = 6080^m$ lang.

15. Immenstadt-Sonthofen (eröffnet 1873), Abzweigung auf Station Immenstadt an der Bahn von Augsburg nach Lindau. Länge: 8,34 Kilometer. Geraden und Curven über 1200^m Rad. = 6342^m; Curven von 300—1200^m = 1998^m. Horizontale Strecken = 2320^m. Steigungen von $\frac{1}{100} - \frac{1}{300}$ = 5242^m, Steigungen von $\frac{1}{301} - \frac{1}{\infty}$ = 778^m lang. Anlagekosten: 904,467 Mk. pro Kilometer = 108,449 Mk.

16. Holzkirchen-Tölz (eröffnet 1874). Länge: 21,43 Kilometer. Geraden und Curven über 1200^m Radius = 18,193^m, Curven von 300—1200^m Rad. = 3237^m. Horizontale Strecken = 3370^m. Steigungen von $\frac{1}{100} - \frac{1}{300}$ = 17,200^m, Steigungen von $\frac{1}{301} - \frac{1}{\infty}$ = 860^m lang. Anlagekosten: 2,060,660 Mark pro Kilometer = 96,111 Mark.

17. Sinzing-Alling (eröffnet 1875), zweigt an der Station Sinzing (an der Regensburg-Ingolstadterbahn) ab. Länge: 4,14 Kilometer. Geraden und Curven über 1200^m Radius = 1808^m, Curven von 300—1200^m Radius = 2332^m. Horizontale Strecken = 2115^m. Steigungen von $\frac{1}{100} - \frac{1}{300}$ = 1385^m, Steigungen von $\frac{1}{301} - \frac{1}{\infty}$ = 640^m lang. Anlagekosten: 301,935 Mk. pro Kilometer = 72,931 Mk.

18. Neustadt-Windsheim (eröffnet 1876), Abzweigung auf der Station Neustadt a. d. Aisch an der Würzburg-Nürnbergerbahn. Länge: 15,32 Kilometer. Geraden und Curven über 1200^m Radius = 12,650^m, Curven von 300 — 1200^m Rad. = 2670^m. Horizontale Strecken = 6911^m. Steigungen von $\frac{1}{100} - \frac{1}{300}$ = 7306^m, Steigungen von $\frac{1}{301} - \frac{1}{\infty}$ = 1103^m lang. Anlagekosten: 1,602,138 Mk. pro Kilometer = 104,578 Mk.

19. Biessenhofen-Oberdorf (eröffnet 1876), Abzweigung auf der Station Biessenhofen an der Bahn von Augsburg nach Lindau. Länge: 6,51 Kilometer. Geraden und Curven von über 1200^m Radius = 5240^m, Curven von 300 — 1200^m Radius = 1270^m. Horizontale Strecken = 964^m. Steigungen von $\frac{1}{100} - \frac{1}{300}$ = 3053^m, Steigungen von $\frac{1}{301} - \frac{1}{\infty}$ = 2490^m lang. Anlagekosten: 610,545 Mark pro Kilometer = 93,786 Mk.

20. Dombühl-Feuchtwangen (eröffnet 1876), Abzweigung auf der Station Dombühl an der Ansbach-Crailsheimerbahn. Länge: 11,09 Kilometer. Geraden und Curven von über 1200^m Rad. = 6237^m, Curven von 300 — 1200^m Rad. = 4823. Horizontale Strecken = 3581^m. Steigungen von $\frac{1}{100} - \frac{1}{300}$ = 3042^m, Steigungen von $\frac{1}{301} - \frac{1}{\infty}$ = 4467^m lang. Anlagekosten: 908,615 Mk. pro Kilom. = 81,931 Mk.[19])

[19]) Bei allen diesen (mit Nummer 10 bis 20 bezeichneten) bayerischen Vicinalbahnlinien wurden zum Oberbau der Gleise alte Schienen des birnförmigen Profils von 1861 (113,82^{mm}

21. Fröttstedt-Friedrichsroda. Die frühere Pferdebahn von Fröttstedt (Station der Thüringischen Eisenbahn) nach Waltershausen wurde im Jahre 1875 von dem Bauunternehmer Bachstein für Rechnung der Gothaischen Regierung in eine Locomotivbahn umgebaut und zugleich nach Friedrichsroda weitergeführt. Die contractlichen Ausführungskosten der 9,1 Kilometer langen Strecke von Fröttstedt nach Friedrichsroda betrugen 450,000 Mark, wozu noch 27000 Mark für Erwerbung des erforderlichen Terrains hinzukamen. Die Bahn wurde im Juni 1876 dem Betrieb übergeben und mit dem Bauunternehmer gegen ein jährliches Pachtgeld von 3½ % des Anlagecapitals, ein Betriebsvertrag auf zehn Jahre abgeschlossen, wonach derselbe die Betriebsmittel selbst zu stellen hat. Es verkehren im Winter vier, im Sommer sechs Züge in beiden Richtungen; dieselben werden in 27—35 Minuten zurückgelegt. Die Preise in den drei Wagenclassen betragen bezw. 60, 100 und 150 Pfg. und nach Waltershausen von beiden Endpunkten die Hälfte. An Betriebsmitteln sind vorhanden: zwei Tenderlocomotiven, sechs Personenwagen und zwölf Güterwagen.

22. Die Ermsthalbahn. (Württembergische Privatbahn.) Diese 10,4 Kilometer lange Bahn verbindet Urach mit Metzingen und wurde im Jahre 1873 für den Personen- und Gepäckverkehr eröffnet. Stationen ab Metzingen befinden sich in Neuhausen (Haltestelle), Dittingen und Urach, und verkehren täglich fünf Züge mit einer Fahrzeit von 17—20 Minuten. Was den Bau dieser Bahn betrifft, so biegt dieselbe im Bahnhofe Metzingen in einem Bogen von 350 Meter Radius von der Staatsbahn ab, um in einer Steigung von 1 : 90 und 1 : 80 das 10,4 Kilometer entfernte Urach zu erreichen.

Der nächste Ort ist Neuhausen, für welchen eine Haltestelle vorgesehen ist. Auf niederem Damme von Metzingen her, der sich nur beim Uebergange über die Erms und deren Flussgebiet bis zu 8 Meter erhebt, und später in einem Einschnitte, steigt die Bahn allmählich hinan. Die Erms ist mittelst einer 14 Meter breiten Brücke mit eisernem Oberbau überbrückt und die Staatsstrasse mit einer Brücke von 10 Meter Breite.

Am Ende der Station Dittingen beginnt die Bahn mit 1 : 83,3 zu steigen und schneidet zunächst 4 Meter tief in das braune Beton ein. Ein 600 Meter langer, 3 Meter hoher Damm, in welchem eine Wegdurchfahrt mit eisernem Oberbau liegt, wechselt sodann mit einem kleinen Einschnitt und führt zu einer Horizontale, 415 Meter über dem Meere, um nöthigenfalls eine Haltestelle für eine hier gelegene Papierfabrik anlegen zu können. Auf kleinen Dämmen in niederen Einschnitten führt die Bahn 1 : 80 durch das Feld der Uracher Bleiche am sanften Gehänge hin über den Brühlbach und den Weg nach Güterstein. Mit dem steileren Thalgehänge wurden auch die Erdarbeiten bedeutender, Dämme wechseln mit einseitigen Anschnitten, worunter der am Fusse des Schlossberges im weissen Jura der bedeutendste ist. Der Bahnhof Urach liegt auf einer 435 Meter langen Horizontale, 463 Meter über dem Meere auf dem linken Ermsufer im sogenannten Thiergarten gegenüber dem herzoglichen Schlosse. Auf dem Bahnhofe steht eine Locomotivremise für drei Maschinen mit einer Wasserstation und einer kleinen Werkstätte. Hier wird das Fahrmaterial der Bahn beherbergt, welches zunächst aus den drei Tenderlocomotiven mit je 400 Ctnr. Gewicht besteht, aus sechs Personen- und drei Güterwagen, welche die Maschinenfabrik Ess-

---

hoch und 36,6 Kilogramm pro Meter wiegend) verwendet; auch wurden besondere Betriebsmittel nicht beschafft, da sie meistens mit dem leichteren und älteren Rollmaterial der Staatsbahn betrieben werden.

lingen geliefert hat. Drei durchlaufende Gleise, sammt dem Güterschuppengleise, und ausgedehnte Lagerplätze sind für den erwarteten Verkehr angelegt.

Die Stadt und die Amtscorporation Urach haben für das Prioritätscapital eine Zinsgarantie übernommen. — An der Spitze der Gesellschaft steht die Württembergische Vereinsbank und einige Bankhäuser. Im Frühjahr 1872 hatte sich die Gesellschaft constituirt, nachdem die Zinsgarantie gesichert und die Zahl von 500 Actien gezeichnet war. Der Bau begann Mitte 1872 und wurde im Herbst 1873 vollendet. Bauleitender Techniker war Oberbaurath Binder.

23. Elsass-Lothringer Secundärbahnen. Diese noch unter französischer Regierung angelegten und seit 1871 unter Verwaltung des deutschen Reichs gestellten Bahnen sind eigentlich nur durch die Art ihrer Entstehung zu den Secundärbahnen zu rechnen, indem die Kosten der Bahnen durch den Staat, die Bahngesellschaften, die Gemeinden etc. gemeinschaftlich aufgebracht wurden. Uebrigens ist der Oberbau dieser Bahnen fast so schwer als derjenige der ersten Bahnen Deutschlands.

Diese Bahnen sind die folgenden:

Strassburg-Wasslenheim	49 Kilom. lang,	15. December 1864	eröffnet,
Hagenau-Niederbronn	20 -	19. - -	-
Schlettstadt-St. Marie	21 -	29. - -	-
Luneville-St. Dié	50 -	15. November -	-
Epinal-Remiremont	24 -	10. - -	-
Dieuze-Avricourt	22 -	25. - 1874	eröffnet [20])

Die Bruttoeinnahmen derselben sollen zwischen 6000 — 10000 Frcs. pro Kilometer betragen.

Für das Betriebsjahr 1865 wurden die Betriebskosten dieser Bahnen folgendermaassen angegeben:

Gegenstand	Strassburg-Wasslenheim	Hagenau-Niederbronn	Schlettstadt-St. Marie aux Mines	Luneville-St. Dié	Epinal-Remiremont	Dieuze-Avricourt
	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.
1. Eigentliche Betriebskosten . .	2933.75	2804.33	2110.0	2166.3	2480.84	1860.02
2. Maschinen und Wagendienst .	2894.0	2425.0	2200.0	3315.0	2371.0	2199.0
3. Unterhaltung und Bahnbewachung	1153.06	1180.0	1423.78	1530.05	1530.05	1515 90
Summa pro Kilometer	6980.81	6409.33	5733.78	7011.35	6381.89	5574.92
4. Annuität für Stellung des Betriebsmaterials etc.	1378.0	1330.0	1068.0	1316.0	982.0	1139.0
5. Annuität f. Gleiserneuerung etc.	710.0	630.0	550.0	920.0	930.0	560.0
Total pro Kilometer	9068.81	8369.33	7351.78	9247.35	8093.89	7273.92

In Betreff der einzelnen Posten ist zu bemerken:

1) Die eigentlichen Betriebskosten umfassen die Ausgaben für das Stationspersonal, für Unterhaltung des Mobiliars, für Heizung und Beleuchtung der Züge, für Besoldung des Zugpersonals, endlich Bureaukosten und allgemeine Ausgaben.

---

[20]) Die letzteren drei Bahnen liegen nicht innerhalb der elsass-lothringischen Reichslande und gehören zum Netz der französischen Ostbahn.

2) Die Ausgaben des Maschinen- und Wagendienstes umfassen den auf die Localbahnen entfallenden Antheil an Besoldungen für Beamte des Maschinenpersonals und des Maschinendepartements, ferner für Heizmaterial, Oel, Magazinirung, Wasserversorgung, Beleuchtung und Putzkosten, endlich die Unterhaltung und Reparatur der Maschinen und Wagen.

Man erhält folgende Kosten pro Zugkilometer:

Strassburg-Wasslenheim	Frcs.	1.012
Hagenau-Niederbronn	-	0.967
Schlettstadt-St. Marie	-	1.000
Luneville-St. Dié	Frcs.	0.900
Epinal-Remiremont.	-	0.811
Dieuze-Avricourt	-	0.986

3) Der Bahndienst kostet durchschnittlich 1400 Frcs. pro Kilometer und zwar 250 Frcs. für Personalien und allgemeine Auslagen, 250 Frcs. für Bahnbewachung und 900 Frcs. für Bahnunterhaltung.

4) Die Annuität für Betriebsmaterial wurde zu 8 Procent des Betriebscapitales angenommen. — Bei Berechnung des Fahrparkes sind ungewöhnliche Fälle berücksichtigt. Dabei ergaben sich folgende Zahlen:

a. Locomotiven.

Strassburg-Barr	113241	Maschinenkilometer,
Molsheim-Wasslenheim	30674	-
Molsheim-Mutzig	17520	-
Summa	161435	Maschinenkilometer.

Eine Maschine des Ostbahnnetzes legte durchschnittlich im Jahre 26500 Kilometer zurück, so dass nach diesem Maasstab sechs Locomotiven und sechs Tender auf die obigen Strecken entfallen. Diese kosten à 59000 Francs, zusammen 354000 Francs.

b. Personenwagen.

7 Wagen	I. Classe	à 10000 Frcs.	=	70000	Frcs.
10 -	II. -	à 7500 -	=	75000	-
20 -	III. -	à 5000 -	=	100000	-
12 Gepäckwagen . .		à 4500 -	=	54000	-
		Summa		299000	Frcs.

c. Güterwagen.

100 Wagen diverser Construction à 2600 Frct. = 260000 Frcs.

Es ergiebt sich daher für sämmtliche Betriebsmittel die Summe von 913000 Frcs., oder 17216 Frcs. pro Kilometer.

Zu 8 Procent gerechnet giebt das eine jährliche Ausgabe von 73040 Frcs. oder 1376 Frcs. per Kilometer.

5) Im Jahre 1865 sind auf den Bahnen ersten Ranges der Ostbahn für den Oberbau u. a. 0.3 Frcs. Kilometer verausgabt worden. Die Bahnen zweiten Ranges zeigen eine Ausgabe von 0.225 Frcs. für diesen Posten.

Daraus folgt, dass, wenn man von den Auslagen der Zukunft (z. B. Gleis- und Fuhrparksmaterialerneuerung etc.) ganz absieht und die Baukosten für die Mitbenutzung der Bahnhöfe und den Antheil der Centralleitung etc. unberücksichtigt lässt, sich die Auslagen in obiger Weise immer noch auf 5600—7000 Frcs. belaufen. Unter Annahme einer Mittelzahl von 6500 Frcs. würde man folgende Vertheilung auf die Hauptrubriken erhalten:

Eigentliche Unterhaltung	2500 Frcs.
Zugkraft und Unterhaltung der Betriebsmittel	2600 -
Unterhaltung und Bahnbewachung	1400 -
Summa	6500 Frcs.

Die Annuitäten für Reconstructionen, Oberbauerneuerung, Fahrpark etc. sind auf 2000 Frcs. pro Kilometer zu veranschlagen.

Daraus berechnen sich die sämmtlichen Betriebskosten einer Localbahn für grössere Gesellschaften, welche dieselben unter der Verpflichtung der Lieferung des Betriebsmaterials fertig übernehmen, zu 8500 Frcs. pro Kilometer.

B. Schmalspurbahnen in Deutschland.

1. Broelthal-Eisenbahn.[21]) Die Broelthaler Eisenbahn, deren Spurweite $0^m,785$ und deren Länge gegenwärtig 33,126 Meter beträgt, hat ihren Ausgangspunkt bei dem Orte Warth, wo sie durch besondere Gleise mit der Station Hennef der Cöln-Giessnerbahn verbunden ist, und führt durch das Broelthal nach Waldbroel, während bei Schöneberg eine Seitenbahn in das Saurenbachthal abzweigt. Vom Ende des auf eigenem Boden befindlichen Bahnhofes bei Warth ab, bis auf 942,5 Meter vor der Endstation Waldbroel und mit Ausnahme der 2421 Meter Zweigstrecke Schöneberg-Saurenbach, liegt das Hauptgleis auf der Broelthaler Bezirksstrasse.

Das Querprofil auf der Strasse ist auf Tafel V, Fig. 1 abgebildet. Die Strasse hat eine Breite von $7^m,53$ zwischen den Gräben, so dass, da die grösste Breite der Eisenbahnfahrzeuge $1^m,883$ ist, für den übrigen Strassenverkehr $5^m,65$ Breite frei bleiben. Die Kiesschüttung besitzt eine Breite von $1^m,5$ und ist $0^m,1$ tief unter den Schwellen.

Die Bahn lehnt sich an die Strassenkrone an. Das Regenwasser von der Strasse wird, so weit es nach der Bahnseite abfliessen muss, in kleinen Zwischenräumen unter die Schienen, vermittelst offener Canäle von $0^m,2$ Breite, in den Strassengraben geführt. Wassergräben zwischen Fahrstrasse und Bahngleise sind nicht vorhanden. Auch besteht keine Absperrung zwischen Bahn und Strasse. Barrièren sind nur an einigen Wegeübergängen, welche sich an solchen Stellen in Ortschaften befinden, von wo aus die Annäherung der Züge nicht frühzeitig genug bemerkt werden kann. Für die Zweigbahn im Saurenbacherthal, für sämmtliche Stationen und Haltestellen, sowie für die letzten $942^m,5$ der Hauptstrecke sind besondere Bahnkörper angelegt.

Die Schwellen sind von Eichenholz, je $1^m,255$ lang, $0^m,130$ hoch und $0^m,160$ breit. Auf der Bahn liegen zweierlei Schienen. Die leichteren wiegen 11 Kilogr. pro laufenden Meter; die schwereren, welche für die Strecke Ruppichteroth-Waldbroel benutzt worden sind, wiegen 18,8 Kilogr. pro laufenden Meter. Diese letzteren Schienen werden auch zur Erneuerung der alten Strecke verwendet und haben das auf Tafel VI, Fig. 14 abgebildete Profil. Bei den ersteren liegen die Schwellen $0^m,5$, und bei den letzteren $0^m,75$ von einander entfernt. Die Schienen haben eine Neigung von 1 : 20.

Dieselben sind an den Stössen mit Laschen von 1,6 Kilogr. Gewicht und mit je vier Schrauben, welche 0,25 Kilogr. pro Stück wiegen, mit einander verbunden, und zum Theile mit festem Stosse und Unterlagsplatten, zum Theile aber mit schwebendem Stoss ohne Unterlagsplatten verlegt. Die Befestigung auf den Schwellen geschah in früherer Zeit mit Hakennägeln, welche 0,12 Kilogr. pro Stück wiegen, gegenwärtig aber mit Nagelschrauben von 0,15 Kilogr. Gewicht. Die Curvenschienen werden auf einer Biegmaschine gebogen. Die Schienen sind oft von ungleicher Länge.

[21]) Nach Mittheilungen des Inspectors Herrn C. Saling in Hennef a./S.

Schadhaft gewordene Stellen werden weggehauen und die zurückgebliebenen guten Stücke von neuem verwendet.

Die Gleiserweiterung in Curven beträgt bis 20mm; die Ueberhöhung bis zu 50mm. Die neuesten Weichen sind mit einem Bogen von 57m,5 construirt.

Die Strasse macht, den Thalwindungen folgend, viele theilweise sehr kurze Biegungen. So hat die Bahn Curven, von denen die schärfsten aus Radien von 34 und 38 Meter bestehen. Die Steigungen betragen in der Richtung von Hennef bis Ruppichteroth 1:350 bis 1:80; zwei der stärksten Steigungen liegen in Curven. Gegengefälle sind bis dahin vier vorhanden, sämmtlich in geraden Strecken. Eine solche Strecke mit 1:110 Gegengefälle ist 113 Meter lang und unmittelbar an einer Steigung 1:160 anschliessend; die übrigen drei Gegengefälle sind schwächer.

Die Saurenbacherthal-Zweigbahn steigt im Verhältniss von 1:36 bis 1:78.

Diese Strecken sind älter und wurden ursprünglich mit Pferden betrieben.

Die neuere Strecke Ruppichteroth-Waldbroel enthält Steigungen von 1:240 bis 1:51 und ein Gegengefälle von 1:635. Die stärkste Steigung liegt in der Nähe des Endpunktes.

Stationen und Haltestellen giebt es zwölf und auf fünf derselben befinden sich Wasserstationen, bestehend in Handpumpe und Reservoir, und zwar je eine auf jeder der beiden Endstationen und an drei Mittelstationen. Ferner sind drei Locomotivdrehscheiben vorhanden, eine an jeder Endstation und eine am Anfange der Saurenbacherthalbahn. Die letztere dient für den Fall, dass einzelne Züge nur bis dahin fahren.

Güterschuppen befinden sich an solchen Stationen, wo Stückgut zur Verfrachtung angebracht wird.

Locomotivschuppen befinden sich an beiden Endstationen. In Hennef-Warth besitzt die Gesellschaft eine Reparaturwerkstätte, bestehend aus Schmiede, Schlosserei und Stellmacherwerkstätten. Mit Ausnahme grösserer Kesselreparaturen werden daselbst nicht nur alle Reparaturen an Maschinen und Wagen ausgeführt, sondern es werden dort auch alle neue Wagen gebaut, und Weichentheile gefertigt und montirt.

Das Betriebsmaterial besteht aus vier Locomotiven, fünf Personen- und fünfzig Güterwagen, welcher Fahrpark im laufenden Jahre um sechs Wagen vergrössert werden soll.

Drei Locomotiven, (Tendermaschinen), arbeiten mit 6 Atm. Ueberdruck, haben Cylinder von 290mm Durchmesser und 340mm Hub und laufen auf sechs gekuppelten Rädern. Vorder- und Hinterachsen haben, zur leichteren Durchfahrung der Curven, eine geringe seitliche Verschiebung. Die Maschinen sind mit Funkenfänger und mit einer Einrichtung versehen, vermittelst welcher der abziehende Dampf zeitweise, anstatt durch den Rauchfang zu entweichen, sich in die Wasserkasten oder in die freie Luft führen lässt, so dass an Strohdächern gefahrlos vorbeigefahren wird und bei Begegnung mit Zugthieren das Geräusch des ausströmenden Dampfes vermieden werden kann.

Die vierte Maschine ist etwas stärker, hat 10 Atm. Ueberdruck, 300mm Cylinderdurchmesser und 340mm Hub. Im Uebrigen ist sie den vorigen ähnlich.

Die leichteren Maschinen wiegen im Dienst 12,6 Tonnen und die schwereren 15 Tonnen.

Sämmtliches Fahrmaterial ist auf Einbuffersystem construirt. Die Personenwagen sind in Fig. 5—9 auf Tafel XXXII dargestellt und auf p. 78 beschrieben.

Die Güterwagen, deren Eigengewicht zwischen 2,1 und 2,7 Tonnen variirt, sind auf p. 89 beschrieben und auf Tafel XXXIV, Fig. 1—12 abgebildet.

Die zuerst gebauten Locomotive und Wagen haben eine äussere Breite von $1^m,255$; nachdem die Regierung aber eine Breite von $1^m,883$ für zulässig erklärte, sind die übrigen Wagen und Maschinen auf $1^m,883$ Breite gebaut worden.

Die Kosten des Baues dieser Eisenbahn bis Ende 1874, sammt Beschaffung der Betriebsmittel und Gleisverstärkungen, belaufen sich auf rund 757,264 Mark einschliesslich der bedeutenden Auslagen für den Bau einer Siegbrücke bei Allner in der Nähe von Hennef, welche eine besondere Fahrbahn für die Chaussee hat und aus sieben Oeffnungen besteht. Die Pfeiler sind gemauert, während die übrige Construction aus Holz besteht.

Die Anlagekosten vertheilen sich wie folgt:

1) Hauptgleis bis zur Station Ruppichteroth ohne Bahnhofsstränge 19,163 Meter =	Mk.	183,399
2) Gleisverstärkung bis ult. 1875 =	-	30,016
	Mk.	213,415
3) Siegbrücke nebst Uferbauten	-	70,782
4) Die Zweigbahn im Saurenbachthal 2421 Meter	-	31,168
5) Stationen der ursprünglichen Bahnstrecke incl. Erweiterungsbauten auf der Station Ruppichteroth	-	102,291
6) Anlage der Bahnstrecke Ruppichteroth-Waldbroel 10,766 Meter	-	142,150
7) Stationen der Bahnstrecke Ruppichteroth-Waldbroel	-	34,744
8) Betriebsmittel: a) die alte Strecke betreffend: 79328 Mk. b) die neue Strecke betreffend: 50170 Mk.	-	129,498
9) Anschaffungen für versuchsweise Ausdehnung d. Personenverkehrs	-	33,216
Summa	Mk.	757,264

Die ganze Länge der Bahn beträgt einschliesslich der Hauptgleise des Hennefer und Waldbroeler Bahnhofs, sowie der Saurenbacher Zweigbahn 33126 Meter, und zwar:

1) Alte Strecke von der Ausgangsweiche des Hennefer Bahnhofs auf der Broelstrasse bis zur Eingangsweiche auf Bahnhof Ruppichteroth	19,163	Meter
2) Von der Eingangsweiche in Ruppichteroth bis zur Eingangsweiche auf Bahnhof Waldbroel	10,766	-
3) Hauptgleis in Hennef	601	-
4) Desgl. in Waldbroel	175	-
5) Saurenbacherthal	2,421	-
Gesammtlänge	33,126	Mtr.

Die beiden Gleise ad 3) und 4), sowie sämmtliche Weichenstränge und Weichen der Haltestellen sind in den Anlagekosten der Stationen enthalten.

Die Einheitskosten der laufenden Bahn berechnen sich daher wie folgt:

A) 19163 Meter Gleis Hennef-Ruppichteroth, ursprüngliche Kosten
Mk. 183,399, pro Meter = Mk. 9. 57
Gleisverstärkungen seit Beginn des Betriebes von 1862 an
Mk. 30,016, pro Meter = Mk. 1. 57
Summa Mk. 11. 14

B) Zweigbahn Saurenbacherthal 2421^m Gleis Mk. 31499, pro ^{m} = Mk. 13. 01

C) Strecke Ruppicht[illegible]ldbroel 10766 Gleis Mk. 142,150, pro ^{m} = Mk. 13. 20

Detaillirte Baukosten der älteren Anlagen finden sich in folgender Zusammenstellung:

1) Anlagekosten der Strecke Hennef-Ruppichteroth:

19,163 Meter Gleis einschliesslich Legen, aber ohne Erdarbeiten	Mk.	151,442. 98
Erdarbeiten und Kies	-	21,539. 73
Verschiedenes, Aufsichts- und Vermessungskosten etc.	-	2,641. 96
Schutzgeländer an einzelnen Stellen, wo der Strassenrand hohe Böschungen hat, Schutzsteine und Versetzen von Bäumen .	-	2,306. 18
Wegeübergänge, Barrièren und Haltepfähle.	-	2,142. 69
Erbreiterungen der Strasse an vier Stellen zum Ausstrecken zu enger Curven	-	1,512. 65
	Mk.	181,586. 19
Zinsen während der Bauzeit	-	1,812. —
Summa	Mk.	183,398. 19

2) Anlagekosten der Zweigbahn Saurenbacherthal:

2421 Meter Gleis einschliesslich Legen, ohne Erdarbeiten . .	-	18,627. 63
Grunderwerb	-	4,112. 59
Erdarbeiten, Durchlässe und Kies	-	5,978. 24
Geometer und Baumeisterkosten.	-	1,581. 10
Verschiedene allgemeine Auslagen.	-	196. 79
Wegeübergänge und Barrièren	-	207. 20
	Mk.	30,703. 55
Zwei Weichen	-	480. —
Zinsen während der Bauzeit	-	315. —
	Mk.	31,498. 55

3) Die damaligen Kosten der Fahrbetriebsmittel waren wie folgt:

Ein kräftiger Wagen, zu fünf Tonnen Ladung von Eisenstein ausreichend, mit schrägem Boden und Seitenklappen zum selbstthätigen Entladen eingerichtet, Fig. 1 bis 4 auf Tafel XXXIV, mit eisernen Langträgern und mit Bremse

ohne Räder und Achsen kostete ca.	Mk.	1,230
zwei Paar Räder mit Achsen ca.	-	420
mithin Preis eines vollständigen Wagens ca.	Mk.	1,650.

Die leichteren Locomotiven hatten einen Werth von ca. 18000 Mk. pro Stück.

4) Ein Locomotivschuppen mit Reparaturwerkstätte für diesen einfachsten Dienst kostete ca. 3000 bis 3600 Mk.

5) Zur raschen und bequemen selbstthätigen Entladung der Broelthalwagen auf diejenigen der Köln-Mindenerbahn ist ein Zu- und ein Abfuhrgleis auf einer geneigten Ebene angelegt, welche auf ein hölzernes Gerüst auslaufen. Dieses ist mit Trichtern versehen, vermittelst welcher die durch die geöffneten Seitenklappen der Wagen herauslaufenden Eisensteine und Kalksteine in die darunter gestellten Köln-Mindener Wagen gelangen. (Vergl. p. 103.) Das Holzgerüst hat mit Eisenbeschlag circa 2,550 Mark gekostet. Daran schliesst zunächst ein Bruchsteinmauerwerk mit ausgesparten Gewölben, die zum Aufbewahren von Materialien dienen. Dieses Gemäuer bietet vorn eine horizontale Oberfläche und nimmt nach hinten eine Neigung an, die in die geneigte von Erdmassen angeschüttete Rampe ausläuft. Jener gemauerte Theil der Anlage mit Vorrathsgewölben kostete sammt einem hölzernen Geländer auf demselben 4,830 Mark und die daran anschliessende Erdrampe 1,800 Mark.

Hierzu kommen noch die Kosten des Grunderwerbes sowie der schmalspurigen Gleise und der breitspurigen Verbindungsgleise der Köln-Giessenerbahn.

Im ersten Jahre ihres Bestehens wurde die Broelthalbahn mit Pferden betrieben. Nur die stärksten, kräftigsten, im besten Alter stehenden Zugpferde sind zu diesem Dienst mit Vortheil zu verwenden. Die Wahl der Pferde auf der Broelthalbahn war glücklich getroffen; trotzdem berechneten sich die auf die Beförderung der Wagen fallenden Kosten an Zugkraft und Bremserlöhnen für das Jahr 1862, wo ausschliesslich mit Pferden gefahren wurde, folgendermaassen:

Beförderungsquantum in sieben Monaten = 13,401 Tonnen, also im Jahr 22,973 Tonnen (von diesen wurden nur 1951,3 Tonnen in sieben Monaten = 3345 Tonnen im Jahre, in steigender Richtung befördert).

Beförderungskosten pro Tonne: 47,5 Pfennig.

Die Beförderung ohne Schienenbahn hätte drei bis viermal so viel gekostet.

Durch Einführung des Locomotivbetriebes haben sich die Beförderungskosten noch bedeutend verbessert und ermässigten sich successive auf folgende Beträge:

Jahr	Anzahl der Reisen	Beförderungs-quantum	Quantum in steigender Richtung	Beförderungs-betrag pro Tonne (Länge d. Bahn = 22,2 Kilm.)
		Tonnen.	Tonnen.	Pfennige.
1864	282	32708,8	4201,5	30,2
1865	281	31832,0	5487,6	28,2
1866[22]	239	24984,9	3345,9	33,3
1867	239	28013,8	5545,3	30,7
1868[22]	298	22844,0	6783,6	38,3

Beim Vergleich dieser Zahlen ist nicht ausser Acht zu lassen, dass die in steigender Richtung zu befördernden Transportwagen die meiste Zugkraft in Anspruch nehmen. Hätte im Jahre 1862 ein eben so grosser Theil der Transporte wie im Jahre 1868 zu Berg befördert werden müssen, so würden für das Mehrquantum ca. 3430 Mark zusätzlich an Pferdelöhnen verausgabt worden sein. Weiter ist aus diesem Nachweis ersichtlich, dass, Dank der Leistungsfähigkeit der Maschinen, diese Kosten mit Steigerung der Beförderungsmengen sich beträchtlich ermässigen, wogegen eine Verkehrssteigerung, bei Betrieb mit Pferden, auf diesen Kostentitel keine, sondern lediglich auf Generalkosten eine Ersparniss herbeiführen könnte.

In diesem Ausgabetitel sind einerseits alle Ausgaben für Futter, Hufbeschlag, Unterhaltung des Geschirrs, Thierarzt- und Arzneikosten, Löhne der Fuhrleute und Bremser, andererseits Brennmaterial und Schmieröl, so wie alle anderen Materialien, Schlosser-, Schmiede-, Gelbgiesser- und andere Arbeiten zur Instandhaltung der Maschinen und Wagen, Löhne des Zugpersonals, Unterhaltung des Betriebsmaterials und alle auf diesen Betrieb einschlagende Ausgaben enthalten.

Eins der besten Pferde zog auf der Bahn in steigender Richtung durchschnittlich $2^1/_2$ bis 3 leere Wagen oder höchstens einen mit 5 Tonnen beladenen Wagen. Die Reise von Hennef nach Schöneberg (16,5 Kilom.) wurde in $4^1/_2$ bis 5 Stunden,

[22]) Die hohen Beförderungskosten werden der grösseren Zahl Reisen, welche im Interesse des kleinen Verkehrs ausgeführt wurden, zugeschrieben. Dieses ist im Jahre 1866 nicht zutreffend, und es mag wahrscheinlich in diesem Jahre der Krieg zu dem ungünstigen Resultat beigetragen haben. Bei einer Bahn, die sich im Experimentiren befindet, sind solche Schwankungen übrigens gar nichts Auffallendes.

dieselbe Strecke rückwärts in vier Stunden zurückgelegt, einschliesslich eines Aufenthaltes auf halbem Wege. Von Schöneberg nach jedem der beiden Endpunkte wurde eine weitere Stunde erfordert. Wöchentlich machte jedes Pferd fünf Reisen, bedurfte also ausser dem Sonntag noch einen Ruhetag. Die starken Steigungen nahmen die Kraft der Thiere am empfindlichsten in Anspruch, auch dann, wenn sie in dem der Ebene gegenüberstehenden Verhältniss schwächer belastet waren.

Zu erwähnen ist noch, dass beim Betriebe mit Pferden, wegen der Hufschläge, auf Schwellen und Kies die Gleise schwieriger in gutem Zustande zu erhalten sind, als beim Locomotivbetrieb, so dass hierdurch der Verschleiss aufgewogen wird, den die Locomotivräder an den Schienen ausüben.

Bis zum Jahre 1870 war der Personenbetrieb für die Broelthaler Bahngesellschaft nicht obligatorisch. Dem Zuge wurde in der Regel ein Personenwagen mit ca. 16 Sitzen angehängt, welcher eigentlich nur zum Dienstgebrauch gebaut wurde. Einzelne Reisende wurden in diesem Wagen oder auch in Güterwagen befördert. Der Zug fuhr des Morgens von Hennef ab, um Abends wieder mit demselben Fahrmaterial zurückzukehren. Ein genauer Fahrplan wurde nicht immer eingehalten.

Mit dem Jahre 1870 wurde die Personenbeförderung versuchsweise, und mit dem 1. Juli 1872 auf der ganzen Bahnstrecke Hennef-Ruppichteroth eingeführt. Es war das eine Bedingung, unter welcher, wenn wir nicht irren, die Regierung der Gesellschaft eine Staatsprämie von ca. 180000 Mark zum Bau der Strecke Ruppichteroth-Waldbroel gestattete.

Es wird daher gerechtfertigt sein, wenn wir die Zeit bis zur vollständigen Einführung der Personenbeförderung für sich betrachten. Ueber die Betriebskosten in dieser Periode finden wir im Preuss. Staatsanzeiger vom 3. April 1873 (No. 82), ausser einigen oben benutzten Angaben, noch Folgendes:

Die sämmtlichen Betriebsausgaben, als: Verwaltungskosten, Instandhaltung der Bahn und des Betriebsmaterials, Kosten der Züge, kurz Alles mit Ausschluss von Zinsen und Abschreibungen für Erneuerungen etc. haben betragen:

Betriebskosten in den Jahren 1864 bis 1871.

Jahreszahl.	Anzahl der Reisen.	Beförderungsquantum in Tonnen.	Betriebsausgaben: im Ganzen in Mark.	für jede Reise in Mark.	pro Tonne in Mark.
1864	282	32,708.8	28,928.38	102.57	0.886
1865	281	31,832.0	28,880.15	102.78	0.906
1866	239	24,984.9	25,240.28	105.60	1.012
1867	239	28,013.8	25,939.25	108.54	0.926
1868	298	22,844.0	27,763.84	94.68	1.824
1869	299	20,664.5	26,237.41	87.75	1.270
1870	300	21,104.2	28,149.56	93.84	1.901
1871	336	28,109.3	42,056,27	125.16	2.244

Die bedeutende Erhöhung der Ausgaben im Jahre 1871 liegt theilweise an der Steigerung von Löhnen und Materialien, theils an dem viel stärkeren Verhältniss der in steigender Richtung beförderten Mengen, welche ausserdem durch Mitbenutzung der neuen Bahnstrecke Ruppichteroth-Waldbroel grösstentheils längere Wege zurücklegen. Ausserdem kamen Stückgüter u. ä. in grösserer Menge zur Beförderung.

Das Verhältniss, in welchem, seit dem im September 1870 eröffneten Betrieb der Strecke Ruppichteroth-Waldbroel, die in steigender Richtung beförderten Güter

und die von denselben zurückgelegten Wege zu den thalwärts gefahrenen Gütern und deren Transportlängen, gegenüber dem Verkehr des Jahres 1864 aufgetreten sind, ist aus folgenden Zahlen ersichtlich.

Es ergeben sich aus der Multiplikation der Gewichtsmengen mit den Kilometerzahlen der Bahnstrecken, auf welchen sie befördert wurden:

	Abwärts Tonnenkilom.	Aufwärts Tonnenkilom.	Zusammen Tonnenkilom.
Aus dem Jahre 1864	517,503	79,120	596,623
Desgleichen 1870	204,278	206,726	411,004

Güterbeförderung im Jahre 1871:

Strecke:			
a) Hennef-Ruppichteroth-Saurenbacherthal	266,708	241,180	507,888
b) Ruppichteroth-Waldbroel	19,898	95,407	115,305
Summa anno 1871:	286,606	336,587	623,193
Summa anno 1872:	255,312	321,798	577,120

Güterbeförderung im Jahre 1873:

Strecke:			
a) Hennef-Ruppichteroth-Saurenbacherthal	285,035	266,990	552,025
b) Ruppichteroth-Waldbroel	41,766	99,700	41,466
Summa anno 1873:	326,801	366,690	693,491

Güterbeförderung im Jahre 1874:

Strecke:			
a) Hennef-Ruppichteroth-Saurenbacherthal	243,631	316,797	560,428
b) Ruppichteroth-Waldbroel	31,128	119,822	155,950
Summa anno 1874:	279,759	436,619	716,378

Güterbeförderung im Jahre 1875:

Strecke:			
a) Hennef-Ruppichteroth-Saurenbacherthal	209,379	359,964	569,343
b) Ruppichteroth-Waldbroel	39,474	143,957	183,431
Summa anno 1875:	248,853	503,921	752,774

Das aufwärts beförderte Quantum beträgt daher in Procenten des gesammten beförderten Quantums:

13,3 Procent für das Jahr 1864,
50 - - 1870,
54 - - 1871,
56 - - 1872,
53 Procent für das Jahr 1873,
61 - - 1874,
67 - - 1875.

Auf der unteren Bahnstrecke waren also die Transporte in steigender Richtung im Jahre 1871 mehr denn viermal so gross als im Jahre 1864, und wurde auf der oberen Strecke im Jahre 1871 beinahe fünf mal so viel gefahren als abwärts. Der Verkehr der Gegend, z. B. ihr Bedarf an Steinkohlen, Salz, Düngermitteln und anderen Materialien, bringt es im Allgemeinen mit sich, dass durchweg mehr auf-

wärts als abwärts zu befördern ist; ganz besonders stark gestaltet sich dieses Verhältniss aber in solchen Jahren, in welchen Ernteausfälle an Brodfrüchten und Kartoffeln durch Beziehungen zu decken sind, wogegen bei günstigen Ernten ein Theil ihrer Ackererzeugnisse zum Versandt kommt.

Der mehr oder weniger blühende Zustand der Eisenindustrie beeinflusst andererseits hauptsächlich die Güterbeförderung nach abwärts.

Das Verhältniss, in welchem die verschiedenen Gütergattungen bei den Transporten betheiligt sind, zeigt folgende Zusammenstellung nach den vier Tarifclassen der Gesellschaft. Es wurden befördert:

Im Jahre.	I. Classe Tonnen.	II. Classe Tonnen.	III. Classe Tonnen.	IV. Classe Tonnen.
1864	30,835	1487.5	475	211
1865	30,645	120	742	275
1866	23,565	440	700	280
1867	26,040	470	1050	444
1868	20,057.5	675	1530	581.5
1869	18,182.5	575	1330	577
1870	17,032.5	725	2582.5	764
1871	21,216	994	4403	1496.5
1872	19,566.5	948	5139	1757
1873	22,717	888	7505	2024
1874	22,255	1569	7071	2446.5
1875	21,261	1418	7900	2533.5

Es gehören in die

1. Classe: Bleierz, Bruchsteine, Kalkstein, Kies, Pflastersteine, Sand, Steinkohlen und Thon;
2. Classe: Braunstein, geklaftertes Brennholz, Cement, Erden, mit Ausnahme der Farbenerden, Grubenholz, gebrannter Kalk, Kupfererz, Mauersteine, Roheisen, Salz, hölzerne Schwellen bis zu 7′ Länge, Torf, Trass und Ziegelsteine.
3. Classe: Aepfel, Bier, Birnen, Bohnen, Erbsen, Getreide, Guano, Gyps, Holzkohlen, Kartoffeln, Kleesamen, Knochen, Knochenmehl, fest gepresst verpackte, nicht gefettete Lumpen, Mehl, fest verpackte Papierabfälle, Raps, alle diese Gegenstände in Säcke verpackt; ferner Bandeisen, Bauholz, Bohlen, Board, Coke, Dachziegel, Dachschiefer, Gusseisen, rohe Häute, Schmiedeeisen, Walzeisen, Salpeter und Schwefel.
4. Classe: Alle diejenigen Güter, welche weder unter einer der drei ersten Classen bezeichnet sind, noch zu den sperrigen und bedingungsweise zu transportirenden Gütern gehören.

Die 4. Classe zerfällt in drei Unterabtheilungen: IVa, IVb und IVc, wovon die beiden letzteren die Normalclasse bilden. Die Normalclasse gilt mit Ausschluss der sperrigen und bedingungsweise zu transportirenden Güter für alle Sendungen, welche in kleineren Quantitäten als Wagenladungen von 100 bezw. 50 Ctnr. aufgegeben werden. Die Unterabtheilung IVc enthält Sendungen unter und bis zu 5 Ctnr. und IVb solche über 5 Ctnr. von einem Versender an einen Empfänger, wobei jedoch für Posten zwischen 5 und 7 Ctnr. die Fracht für 7 Ctnr. berechnet wird.

Die Tarife sind mit Hinsicht auf Entfernung und Steigungsverhältnisse bestimmt. Als Durchschnitt können folgende Angaben dienen:

I. Classe, die Wagenladungen zu 5 Tonnen 0,473 Mark pro Kilometer;
II. Classe, desgleichen; 0,515 Mark pro Kilometer;
III. Classe, desgleichen; 0,564 Mark pro Kilometer;
IVa Classe, desgleichen; 0,685 Mark pro Kilometer;
IVb Classe, Sendungen über 250 Kilogr.: die 100 Kilogr. zu 0,018 Kilogr. pro Kilometer;
IVc Classe, Sendungen bis einschliesslich 250 Kilogr.: die 100 Kilogramm zu 0,024 Mark pro Kilometer.[23]

Die Uebernahme und Expedition der Güter geschieht durch besondere, der Controle des Betriebsinspectors unterstellte Beamten, welche Güterexpedienten genannt werden und gleichzeitig auch Stationsvorsteher sind. Alle Güter, welche von der Anschlussbahn übernommen werden, müssen an die Broelthalbahn durch Güterbegleitkarten überwiesen werden. Das Gleiche geschieht in dem umgekehrten Falle, und am Schlusse eines jeden Monats findet die betreffende Abrechnung darüber statt.

Alle Güter, welche auf der Broelthalbahn befördert werden, sind neben den Frachtbriefen wieder in Begleitkarten, doppelt vermittelst Durchpausen eingetragen, die jeder Expedient sofort zu buchen hat und in welchen auch alle Beträge verzeichnet sind. Die Karten und Bücher geben die Grundlage zur Abrechnung, was ganz wie bei Hauptbahnen geschieht.

Alle drei Tage sind die eingegangenen Geldbeträge gegen Quittung an den Betriebsinspector oder an die Direction abzusenden.

In den drei grösseren Stationen sind Expedienten und in den übrigen Haltestellen nur Aufseher, wofür die Vorsteher der Nachbarstationen die Abrechnungsarbeiten besorgen müssen.

Von Interesse sind auch die Bestimmungen, welche sich auf das Umladen beziehen, indem gerade das Umladen noch immer öfters als ein schwer gegen die schmalspurigen Secundärbahnen sprechender Grund vorgegeben wird. Die Broelthalbahngesellschaft übernimmt auf ihrem Bahnhofe bei Hennef das Umladen von Gütern, welche mittelst der Köln-Giessenerbahn zur Weiterbeförderung auf der Broelthalbahn ankommen, zu höchstens 2½ Pfg. pro Centner, und von solchen Gütern, welche von der Broelthaler Eisenbahn in Hennef angeliefert, auf der Köln-Giessenerbahn weiterbefördert werden sollen, zu höchstens 2 Pfg. pro Centner, einschliesslich der Benutzung der Zweigbahn, des Heranschiebens der Wagen und der Bahnhofsgebühren.

Bei Gütern der Normalfrachtclasse sind diese sämmtlichen Bahnhofs-, Zweigbahn- und Umladegebühren in den Frachttarifsätzen eingeschlossen.

Von solchen Gütern, deren Umladung von den Wagen der Köln-Giessenerbahn oder auf dieselben vom Versender oder Bezieher selbst besorgt wird, hat derselbe eine Bahnhofs- und Zweigbahngebühr von Mark 1. 20 für jede Ladung bis zu 100 Ctnr. zu entrichten. Alle anderen Güter, welche auf dem Bahnhofe der Broelthalbahn in Hennef empfangen oder abgefertigt werden, wenn dieselben nicht von Köln-Giessener Wagen kommen oder abgefertigt werden und auch nicht auf solche übergehen, zahlen als Bahnhofsgebühr für eine Ladung bis zu 100 Ctnr. 50 Pfg., für eine Ladung bis zu 50 Ctnr. 30 Pfg. Die entsprechenden Bahnhofsgebühren in den Haltestellen (Felderhoferbrücke, Schöneberg und Ruppichteroth) betragen 40 Pfg., beziehungsweise 0,25 Pfg.

---

[23]) Für die übrigen Details verweisen wir auf den von der Gesellschaft herausgegebenen »Tarif nebst Specialbestimmungen«.

Die Beförderung der Güter geschieht im Fahrverkehr und im Frachtverkehr; ein Frachten-Coupésystem wurde unseres Wissens noch nicht versucht. Die im Tarif benannten Wagenladungsclassen gelten für den Fahrverkehr, bei dem die Eisenbahn dem Absender Wagen zur Verladung von Gütern bereitstellt, diese zur Bestimmungsstation befördert und dort an den Empfänger zur Entladung überweist.

Der Personenverkehr entwickelt sich auf dieser Bahn in einer ebenfalls bemerkenswerthen Weise. Wie schon erwähnt wurde, führt die Gesellschaft zwei Wagenclassen, welche sich hauptsächlich nur dadurch von einander unterscheiden, dass die Sitze der 1. Classe überzogen sind und die der 2. Classe nicht.

Der mittlere Tarif beträgt pro Kilometer und Person 6,36 Pfg. in der ersten und 4,24 Pfg. in der zweiten Classe.

Die Fahrzettel druckt die Gesellschaft mittelst einer Handpresse selbst. Sie sind mit fortlaufenden Nummern doppelt versehen und werden bei der Ausgabe durch die Vorsteher oder Aufseher mit einem Tagesstempel abgedruckt. Die Abrechnung geschieht nach der ausgegebenen Zahl der Fahrzettel von und nach den einzelnen Stationen.

Auf den Zwischenstationen werden Fahrbillets erst bei Ankunft des Zuges ausgegeben; in einzelnen Zwischenstationen werden sie durch den Zugführer ertheilt.

Die Bedeutung des Personenverkehrs ist aus folgenden Angaben ersichtlich:

Jahreszahl.	Anzahl der beförderten Personen.	Anzahl durchfahrener Kilometer.	Von einer Person durchfahrene Länge in Kilometern.	Einnahmen pro Person in Pfennigen.	Einnahmen für Personenbeförderung in Mark.	Verhältniss zu den Total-Einnahmen in Procenten.
1873	4,253	42,902.25	10.09	39.8	1,693.50	6.7
1874	6,466	63,568	9.83	44.3	2,866.30	3.6
1875	17,132	254,153	14.83	60.3	10,332.10	10.4

Der plötzliche Zuwachs im Jahre 1875 beruhte auf der seit dem 15. Juli desselben Jahres versuchsweise eingeführten Einrichtung, wonach des Morgens ein Zug von Waldbroel abgeht, welcher in Hennef Anschluss auf den Zug nach Köln hat und ebenso Abends nach Ankunft des Personenzuges von Köln nach Hennef (Köln-Giessenerbahn) nach Waldbroel abgefertigt wird. Die Reisezeit dieses Zuges ist abgekürzt.

Diese Einrichtung verursacht eine Vermehrung des Fahrmaterials, für welche vorläufig sechs Wagen in Aussicht genommen sind.

In den fünf ersten Monaten des Jahres 1876 betrug die Steigerung der Bruttoeinnahme für den Personenverkehr 6,4 Procent gegen die entsprechenden Einnahmen des Jahres 1875.

Das Verhältniss der Betriebseinnahmen zu den Betriebsausgaben der letzten Jahre ist aus folgenden Zahlen ersichtlich:

Jahreszahl.	Betriebseinnahmen in Mark.	Laufende Betriebsausgaben in Mark.	Laufende Betriebsausgaben in Proc. der Betriebseinnahme.[24]	Ausgaben für Erneuerungen in Mark.
1872	61,618.78	45,035.68	73	—
1873	75,587.29	57,655.70	76	14,443.95
1874	80,323.95	58,900.04	73	15,425.46
1875	95,180.33	59,381.87	62	3,799.81

[24]) In den laufenden Betriebsausgaben sind die Erneuerungsausgaben nicht einbegriffen.

Auf je 1000 Kilogramm der beförderten Güter betrugen durchschnittlich:

Im Jahre	1872	1873	1874	1875
Die Einnahmen an Frachten und Gebühren . . . . Mk.	2.28	2.22	2.31	2.55
Die gewöhnlichen Betriebsausgaben für den Verkehr . . . . Mk.	1,66	1.74	1.77	1.65
Die beförderten Güter durchliefen durchschnittlich, in Kilometern . .	21.45	20.93	21.5	22.7
Die laufenden Betriebsausgaben berechnen sich für jede Reise in Mk.	129.78	152.13	135.09	117.13
Dieselben betragen abzüglich eines den Personenverkehr treffenden Antheils auf jeden Tonnenkilom., Mk.	0.078	0.082	0.080	0.072

Die Broelthaler Eisenbahngesellschaft ist eine Commandit-Actiengesellschaft, welche ursprünglich, auf Veranlassung der Troisdorfer Hüttenverwaltung, die aus dem Broelthal viel Kalk und etwas Erz zugeführt hatte, entstanden ist. Die Betheiligung der Landbevölkerung ist in solchen Fällen nie schwer zu erzielen, wenn man mit den erforderlichen Mitteln dazu richtig an's Werk geht. Später ist auch die Eisengesellschaft Phönix mit einer Schienenlieferung als Actionär eingetreten. Endlich hatte sich noch der Staat mit einer Staatsprämie von 180,000 Mark an dem Unternehmen betheiligt.

Nach der Bilanz vom 31. December 1875 betragen die

Activa:

a) Anlage der Hauptbahn von Hennef bis Ruppichteroth incl. Gleisverstärkungen	Mk.	213,414.81
b) Anlage der Siegbrücke nebst Uferbauten	-	70,782.25
c) Anlage der Zweigbahn Saurenbacherthal	-	31,168.67
d) Anlage der verschiedenen Stationen der ursprünglichen Bahnstrecke, sammt der wegen Mitgebrauchs der Strecke Ruppichteroth-Waldbroel nöthig gewordenen Erweiterungsbauten	-	102,209.57
e) Anlage der Strecke Ruppichteroth-Waldbroel	-	142,149.83
f) Anlage der Stationen der Strecke Ruppichteroth-Waldbroel .	-	34,744.20
g) Wagen, Locomotiven und verschiedene Mobilien:		
aa) die ursprüngliche Anlage betreffende	-	70,328.35
bb) wegen Inbetriebsetzung der neuen Strecke nöthig gewordene Vermehrungen	-	50,170.40
h) Anschaffungen für versuchsweise Ausdehnung des Personenverkehrs	-	33,215.57
i) Baumaterialien, Betriebsvorräthe und Cassenbestände	-	28,088.87
k) 400 noch nicht ausgegebene Actien	-	120,000.—
l) Debitoren	-	13,899.54
	Mk.	919,253.06

Passiva:

a) Actiencapital-Conto			Mk. 510,000.—
b) Staatsprämie			- 180,000.—
c) Erneuerungsconto			- 4,000.—
d) Verschiedene Creditoren			- 225,253.06
e) Gewinn- und Verlustconto:			
Bruttoüberschuss des Betriebes		Mk. 35,798.46	
Ab: Zinsen und Provisionen	Mk. 10,805.34		
Erneuerungen	- 3,799.81		
Verlustsaldo der Jahre 1872, 1873 und 1874	- 9,691.58		
Abschreibungen	- 7,501.73		
Vortrag auf Erneuerungsconto	- 4,000.—		
			Mk. 35,798.46
			Mk. 919,253.06

Die ausübende Direction besteht aus einem Director in Köln z. Z. Herr Gustorff, dem die geschäftliche Verwaltung obliegt, und dem Betriebsinspector in Hennef z. Z. Herr Saling, welcher sowohl das Technische als auch die Betriebsleitung zu führen hat.[25] Die Regierung ist durch das Eisenbahncommissariat in Koblenz vertreten.

Die Geschäfte des Betriebsinspectors begreifen:

1) Persönliche Ueberwachung der ganzen Bahnlinie, Gleislage und Hochbauten.

2) Ueberwachung und Einrichtung des Betriebes, als Controle der Beamten, des täglichen Geschäftsganges, Revision der Bücher und Kassen.

3) Anordnung und Leitung aller baulichen Aenderungen und Neueinrichtungen.

4) Reparatur an Wagen und Locomotiven (die kleineren Reparaturen an den Locomotiven geschehen in der eigenen Werkstätte).

5) Neubau der Güter- und Personenwagen.

6) Der Einkauf von diversen Materialien, das Auslohngeschäft, sowie endlich das gesammte Abrechnungswesen.

Die Bahnunterhaltung geschieht durch sechs Rotten, jede aus drei Mann bestehend, welche nach Anordnung des Betriebsinspectors arbeiten und für aussergewöhnliche Vorkommnisse mit Instruction versehen sind.

Die Züge werden bedient:

von einem Zugführer,	einem Locomotivführer,
zwei bis vier Bremsern,	einem Heizer.

Mit Ausnahme des Maschinisten hat jeder der genannten Beamten eine Bremse zu bedienen.

Die Polizeiverordnung bestimmt, dass ausser dem zur Lenkung und Bedienung des Zuges erforderlichen Personale jedem Zuge wenigstens noch zwei Leute beigegeben werden müssen, um scheu werdende Thiere zu beruhigen oder bei anderen Störungen, Wegräumung von Hindernissen etc. hülfreiche Hand zu leisten.

Das Anhalten behufs Auf- und Abladen ausser den Stationen ist nicht gestattet.

Die normale Fahrgeschwindigkeit beträgt in maximo vier Minuten pro Kilom.

[25]) Wir erlauben uns die Namen deshalb anzuführen, weil wir überzeugt sind, dass diese Eisenbahngesellschaft der Gediegenheit ihrer Leitung wenigstens so viel zu verdanken hat, als ihren »localen Verhältnissen«.

und in bewohnten Ortschaften und Curven acht Minuten pro Kilometer. Bei der Vorbeifahrt an nicht feuersicher eingedeckten Dächern und den beiden in der Nähe der Bahn liegenden Pulvermühlen (bei Berkenroth) ist bei 40 Meter Entfernung vorher der Aschenkasten zu schliessen und der Luftzug durch Feuerung und Blasrohr abzustellen und erst 40 Meter hinter ihnen wieder zu öffnen.

Vor Einfahrt in die Curven, bei Annäherung an Ortschaften, Ecken, Kreuzwege, Fuhrwerk, Pferde und sonstiges Vieh, sowie wenn sich Personen auf dem Gleise oder nahe an demselben befinden, hat der Locomotivführer das vorgeschriebene Glockensignal zu geben und erforderlichen Falls dreimal zu wiederholen. Finden dennoch die gegebenen Signale keine Beachtung, so wird das Signal durch die Dampfpfeife gegeben; sollte aber auch dieses nicht beachtet werden, so ist der Zug frühzeitig zum Stillstehen zu bringen, und es hat dann der Zugführer als Polizeibeamter die Personen zur Befolgung der betreffenden Vorschriften der Polizeiverordnung aufzufordern. Bei mangelndem Tageslicht müssen sämmtliche auf der Chaussee verkehrende Fuhrwerke und die Führer von eingespannten Thieren mit Laternen versehen sein, welche so zu stellen oder zu halten sind, dass sie vom Zuge aus gut bemerkt werden können, und bei zu befürchtendem Scheuwerden der Thiere sind die Laternen so lange zu schwenken, bis der Zug zum Stillstande gebracht ist.

Wenn Thiere auf der Chaussée bei Annäherung des Zuges scheu werden, so hat der Zug sofort anzuhalten, und es müssen sodann diejenigen Thiere, welche dem Zuge entgegen kommen, von ihren Führern ohne Verzug vorbeigeführt werden, während diejenigen Thiere, welche in der Richtung des Zuges gehen, hinter den Zug zu führen sind, damit der Zug weiter fahren kann. In beiden Fällen haben die dazu bestimmten Leute des Zugpersonals unaufgefordert Hülfe zu leisten.

Zweihundert Meter vor jeder Station oder Haltestelle ist das Einfahrtssignal durch die Dampfpfeife zu geben und die Fahrt so zu mässigen, dass der Locomotivführer sich von der richtigen Stellung der zu durchfahrenden Weichen überzeugen und bei unrichtiger Stellung den Zug noch vor Einfahrt in die Weichen zum Stehen bringen kann.

An solchen Weichen, die von der Station aus nicht bedient werden können, hat der Zug zu halten und durch einen Mann des Fahrpersonals die Weiche richtig stellen zu lassen.

Bei während der Reise eingetretenem Witterungswechsel, durch den die Fahrt erschwert wird, hat der Locomotivführer beim Zugführer zu beantragen, dass ein Theil des Zuges auf einer Haltestelle oder im Nothfalle auch auf freier Strecke abgehängt wird. Im letzten Falle muss der zurückbleibende Theil des Zuges bewacht und von der nächsten Station oder Haltestelle sogleich nachgeholt werden.

Von den Zugbeamten sind auf allen Haltestellen die Lager, Räder und Achsen, sowie die Kuppelungen und Wagenverschlüsse zu revidiren.

Die Signalinstruction enthält blos zwei Bestimmungen, welche sich einestheils auf die schon oben erwähnten Signale mit der Glocke und mit der Dampfpfeife beziehen, mittelst deren auch das Bremssignal und Bremslösungssignal zu ertheilen ist, andererseits das Noth- und Haltesignal des Zugführers und der Bremser auf der Signalmundpfeife bestimmen. Weder andere Signale noch Diensttelegraphen sind vorhanden.

Bei Nacht ist die Locomotive mit einer in weissem Licht und der letzte Wagen mit einer im rothen Licht hellleuchtenden Laterne zu versehen.

Die Reparaturwerkstätte steht unter persönlicher Leitung des Betriebsinspectors und enthält folgendes Personal:

1) einen Schlossermeister, welcher Vorsteher der Werkstätte ist,
2) einen guten Schmied mit Zuschläger,
3) drei selbst angelernte Schlosser, und
4) zwei Schreiner, resp. Stellmacher.

Der Neubau geschieht nach Bedürfniss, und es werden durchschnittlich sechs Wagen pro Jahr fertig gestellt.

Während der ganzen Zeit, seitdem die Broelthalbahn besteht, ist kein Unglück im Betriebe geschehen, und die Bahn hat sich gewissermaassen in ihre Gegend eingelebt.

Wir sind absichtlich bei Beschreibung der Broelthalbahn in manches Detail eingegangen, welches wir bei anderen Beispielen nicht angeben, denn selten lassen sich die Bedingungen einer schmalspurigen Bahn derart übersehen, wie gerade im vorliegenden Falle. Herr von Weber, wie auch manche andere Autoritäten, schreibt, dass die Broelthalbahn wegen der ausnahmsweisen Verhältnisse, in welchen sie sich befindet, nicht als normales Beispiel hingestellt werden kann. Allein die Verhältnisse, in welchen sie entstanden ist, sind durchaus nicht so ausnahmsweise günstig, und wenn sie sich nicht oft wiederfinden, so müssen wir bemerken, dass gerade diese localen Verhältnisse es sind, welche man bei Anlage solcher Bahnen in's Auge fassen und benutzen muss, und dass diese nie auf zwei verschiedenen Stellen ganz gleich sein können. Deshalb können auch nicht die den natürlichen Verhältnissen angepassten Localbahnen nach einer Schablone zugeschnitten und beurtheilt werden. In der passenden Be- und Ausnutzung dieser besonderen und daher in jedem einzelnen Falle verschiedenen Verhältnisse besteht die Aufgabe des Technikers, welcher sich mit dieser Art Bahnen beschäftigt, und davon hängt auch die Lebensfähigkeit und die Zukunft dieser Bahnen grösstentheils ab.

2. Die schmalspurige Eisenbahn von Ocholt nach Westerstede im Grossherzogthum Oldenburg. Diese Bahn ist von dem Geheimen Oberbaurath Buresch in Oldenburg nicht allein projectirt und unter seiner Leitung gebaut, sondern auch thatsächlich von ihm in's Leben gerufen.

Vor dem Bestehen der einzelnen, das Grossherzogthum Oldenburg durchziehenden Zweigbahnen vermittelte die Chaussée von Bremen über Oldenburg, Westerstede u. s. w. nach Aurich und Leer den Verkehr zwischen der Stadt Hannover und den nördlichen Theilen des Königreichs, sowie zwischen Hamburg, Bremen und Oldenburg mit Ostfriesland und den reichen nordöstlichen Provinzen der Niederlande. Durch Eröffnung jener Bahnen verlor die Chaussée ihre Bedeutung, und die an ihr gelegenen Ortschaften, namentlich Westerstede, den grössten Theil ihres Handels und Verkehrs.

Die Einwohner von Westerstede fassten dann, nach mancherlei anderen bezüglichen Projecten, den Plan, ihre Stadt mit der Staatsbahn Oldenburg-Leer zu verbinden; und Herr Buresch, welchem jene Projecte vorgelegt wurden, sprach sich von vornherein für die kürzeste Verbindung mit der Staatsbahn (nach Station Ocholt) aus. Er verfasste auch, für das zu Westerstede gebildete Eisenbahn-Comité, nach seiner Idee, ein generelles Programm, dessen Kostenanschlag, bei einer Länge der Bahn von etwa 7252 Meter und einschliesslich des gesammten Betriebsmaterials, mit 195,000 Mark abschloss.

Trotz der unerwarteten Höhe dieser Summe ging man doch mit der in Oldenburg herrschenden, in der freien Gemeindeverfassung begründeten Selbstständigkeit

unverweilt an die Beschaffung des Capitals und war bald in der Lage, über eine durch Gemeindebeitrag à fonds perdu, Actien und Prioritäten gesicherte Summe von 105,000 Mark zu verfügen und auf Grund dieses thatsächlichen Beweises des grossen Interesses, welches für Westerstede an die Bahn sich knüpfte, die Grossherzogliche Regierung um Gewährung einer Staatssubvention im Betrage des fehlenden Restes von 90,000 Mark ersuchen zu können. Die Regierung gewährte dem Antrage, in richtiger Erkenntniss der Bedeutung derartiger Eisenbahnen für die Communicationen eines dünnbevölkerten Landes, wie das Oldenburg ist, eine geneigte Aufnahme und forderte Herrn Buresch zum gutachtlichen Berichte auf.

Herr Buresch sprach sich dahin aus, dass das Eisen als Wegematerial zusammen mit dem Dampfe als Bewegkraft auf demselben einer viel ausgedehnteren Anwendung fähig sei, als beide vereint bisher gefunden haben; allerdings werde zur Erreichung des ihm vorschwebenden Zieles mit manchen Traditionen des jetzigen Eisenbahnwesens gebrochen und eine scharfe Grenze zwischen Wesentlichem und nur Hergebrachtem aufgerichtet und streng festgehalten werden müssen. Solches vorausgesetzt, halte er eine Eisenbahn der von ihm gedachten Art für ein wesentliches Mittel, nicht allein zur Verbesserung und Erweiterung der inneren Communicationen, namentlich in einem Lande wie Oldenburg, wo der Bau von Chausséen in dem gänzlichen Mangel eigenen natürlichen Steinmaterials grosse Schwierigkeiten finde, sondern auch für eine Maassregel von vielleicht weitgreifender volkswirthschaftlicher Bedeutung, indem eine solche Bahn betriebsfähig nicht mehr, in manchen Landestheilen sogar weniger koste, als eine gewöhnliche Chaussée, vor derselben aber voraus habe:

a) dass, wenn sie (die Bahn) nur die Betriebskosten aufbringe, was bei verständiger Verwaltung wohl immer ermöglicht werden könne, die Kosten, welche die Unterhaltung der Chausséen (dieselben werden durch das aufkommende Wegegeld nur zu einem geringen Theile gedeckt) dem Staate, besonders den Communen verursache, in Wegfall kommen; und

b) dass, während die gewöhnliche Chaussée nur den Weg liefere, eine solche Eisenbahn zugleich auch das Fahrzeug und die Bewegkraft, und zwar in einem regelmässigen Dienste und doch mindestens mit zweimal täglicher Gelegenheit dem Publikum zur Verfügung stelle.

Herr Buresch sprach sich dahin aus, dass die erbetene Subventionirung der Ocholt-Westerstederbahn namentlich deshalb zu empfehlen sei, um zu constatiren, ob in dem vorgeschlagenen Eisenbahnsysteme wirklich ein Communicationsmittel gefunden werden könne, welches geeignet sei, die bisherigen Chausséen zu ersetzen bezw. an deren Stelle zu treten.

Auf Antrag der Regierung wurde dann unter dem 11. März 1873 vom Landtage die beantragte Subvention von 90000 Mark unter gewissen Bedingungen bewilligt. Von diesen Bedingungen ist zu erwähnen, dass der Bau der Bahn von der Grossherzoglichen Eisenbahndirection nach deren regierungsseitig zu genehmigenden Plänen auf Kosten der Gesellschaft ausgeführt werden soll, und dass die erstere zugleich autorisirt wird, die Leitung des Bahnbetriebes, gleichfalls auf Kosten der Gesellschaft zu übernehmen. Das Statut, welches die nöthigen Bestimmungen über die Organisation der Actiengesellschaft und die Verwaltung des Unternehmens enthält, ist im Uebrigen den in neuerer Zeit für solche Gesellschaften üblichen Statuten nachgebildet.

Der vorhin erwähnte im Februar 1872 aufgestellte Kostenanschlag musste wegen der inzwischen eingetretenen Steigerung aller Löhne und Preise erhöht werden, und wurde demgemäss das Gesellschaftscapital auf 223,800 Mark festgesetzt. Dasselbe wurde aufgebracht:

1. 45,000 Mark auf 150 Prioritätsactien Litt. A. zu 300 Mark, zu deren Verzinsung mit jährlich 5 Procent das nach Deckung der Betriebskosten und Ausstattung des Reservefonds verbleibende Reinerträgniss zunächst zu verwenden ist.
2. 58,800 Mark durch 196 Stammactien Litt. B. zu 300 Mark, denen eine Dividende erst dann zusteht, wenn die Prioritätsactien 5 Procent und die unter Ziffer 4 erwähnte garantirte Anleihe ihre Verzinsung von 4½ Procent aus den Reinerträgnissen erhalten haben.
3. 30,000 Mark durch Zuschuss der Gemeinde Westerstede à fonds perdu.
4. 90,000 Mark durch eine Anleihe, für welche der Staat 4½ Procent Zinsgarantie übernommen mit der Bestimmung, dass, nachdem eine Verzinsung der Prioritätsactien mit 5 Procent, der Stammactien mit 4½ Procent eingetreten ist, der fernere Ueberschuss des Reinerträgnisses zunächst dazu verwendet werden muss, dem Staate das in Folge der Zinsgarantie in den Vorjahren etwa Zugeschossene zu ersetzen.

Der Bau der Bahn wurde aus verschiedenen, hier nebensächlichen Gründen bis zum Jahre 1876 verschoben.

1. **Bauprogramm.** Bei Gelegenheit der Plan- und Terrainstudien wurde die Frage des Spurmaasses für die Bahn eingehend ventilirt und sich danach für die ursprünglich vorgeschlagene Spurweite von $0^m,75$ im Lichten der Schienen entschieden. Diese Spurweite ist bekanntlich diejenige, welche vom Vereine deutscher Eisenbahnverwaltungen als die kleinste angenommen ist und für welche die Grundzüge in den technischen Vereinbarungen festgestellt sind.

Für die Wahl dieser kleinsten Spurweite war die Erwägung maassgebend, dass, wenn im vorliegenden Falle überhaupt eine Eisenbahn ermöglicht werden sollte, dies, der Geringfügigkeit des grössten Verkehrs wegen, nur eine solche von der schmalsten, noch als zweckdienlich erkannten Spurweite sein könne, »zweckdienlich« so gedeutet, dass die Bahn eine erheblich grössere Transportgeschwindigkeit als die des Landfuhrwerks und die Beförderung aller vorkommenden Transportartikel zulassen müsse.

Diese Erwägung stützt sich auf die dortigen localen Verhältnisse, welche weder einen grossen Güter- noch Personenverkehr für längere Zeit erwarten lassen; jedenfalls wird der Personenverkehr der wichtigere werden. Es ist nun leicht nachzuweisen, dass eine Bahn der gewählten geringen Spurweite, ohne aus den durch die »Grundzüge« des Vereins gegebenen Grenzen zu treten oder Anstrengungen zu machen, welche den Dienst unsicher machen oder auch nur bedenklich erscheinen lassen könnten, bei sechs täglichen Zügen in jeder Richtung einen Verkehr vermitteln kann von

		täglich	jährlich
Personen	etwa	700	255,500
Güter Ctnr. . . .	-	1200	440,000
oder Tonnen . .	-	60	22,000,

Ziffern, welche man nöthigenfalls noch erheblich steigern kann, ohne das Princip aufgeben zu müssen. Ein grösserer Verkehr als der berechnete ist vorläufig nicht zu erwarten. Indem nun nach den vorliegenden Verhältnissen der Personenverkehr als der wichtigere angenommen werden muss, so war derselbe im Baupogamm besonders

zu berücksichtigen; sollte die Bahn demnach ihren Zweck erfüllen, so durfte die Fahrgeschwindigkeit nicht zu gering sein und wurde deshalb auf das, bei geeigneter Construction des Betriebsmateriales, noch mit voller Sicherheit zulässige Maass von 20 Kilometer in der Stunde festgesetzt.

Bei den Tracirungsstudien stellte sich heraus, dass, bei der flachwelligen Bodenbildung der Gegend, jede für die Bahn wünschenswerthe Linie in Bezug auf die Erdarbeiten ziemlich gleich bauwürdig sei, dass deshalb die Grunderwerbsverhältnisse in letzter Beziehung entscheidend seien.

2. **Bauplan.** Bei der definitiven Auslegung der Bahnlinie ergab es sich als zweckmässig, die Bahn neben den sogenannten »langen Damm« auf einen, diesen Gemeindeweg auf seiner ganzen Erstreckung begleitenden »Wegerdestreifen« zu legen, indem diese Benutzung nicht allein die unentgeltliche Erwerbung des zur Bahn erforderlichen Bodens auf etwa 2900 Meter Länge erreicht, sondern auch auf weitere 600 Meter Länge, wo die Bahn (wegen ungenügender Wegebreite, zu grosser Höhenunterschiede, kurzer Krümmungen u. dergl.) neben den Weg zu legen war, Durchschneidungen von werthvollen Grundstücken ganz vermieden wurden, so dass nur auf 3500 Meter = $^1/_2$ der ganzen Linie der zur Bahn erforderliche Grund und Boden als Durchschneidung anzukaufen war.

Durch die Wahl dieser Trace wurde zugleich erreicht, dass auf dem weitaus grössten Theil der Länge die Bahn auf festen, wenn auch nicht überall trockenen, doch leicht zu entwässernden Sandboden zu liegen kam.

In Betreff der Anfang- und Endpunkte der Bahn ist hervorzuheben, dass seitens der Staatsverwaltung die Mitbenutzung des Bahnhofs Ocholt der Staatsbahn, und zwar der vorhandenen Anlagen sowohl als der Kräfte, unentgeltlich gestattet wurde, soweit dieselben ausreichen und der eigene Dienst es zulässt. Es liegt hierin der Grund, weshalb man der Endstation der Schmalbahn die dem vorhandenen Raume durchaus angepasste Lage und Anordnung gegeben hat.

Am anderen Ende der Bahn zu Westerstede sollte unter allen Umständen eine spätere (wenn zur Zeit auch wenig wahrscheinliche) Fortführung der Bahn offen gehalten, zugleich aber eine kostspielige Bahnhofsanlage vermieden worden.

Durch die definitive Vermessung ergab sich zwischen den Endpunkten des Hauptgleises eine Länge desselben von 7115 Meter, während die Länge der Luftlinie zwischen denselben beiden Punkten auf 6425 Meter sich berechnet.

Bei der grossen Bedeutung, welche die Horizontalprojection der Bahn für eine sichere und billige Führung des Betriebes hat, wurde der Tracirung in dieser Beziehung die grösste Aufmerksamkeit gewidmet.

Da die Situation es gestattete, sind für das Hauptgleis kleinere Krümmungshalbmesser als 85 Meter auf Bahnhöfen, 100 Meter vor denselben und 280 Meter auf freier Strecke nicht zur Anwendung gekommen, Curven von Halbmessern unter 250 Meter sind überhaupt nur drei vorhanden, und zwar mit $152^m,83$ Länge. Von der Gesammtlänge der Bahn liegen 14,8 Procent in Curven und 85,2 Procent in geraden Linien.

In gleichem Maasse wurde die flachwellige Bodengestaltung zur Herstellung möglichst günstiger Bahnsteigungen ausgenutzt. Anfangs war es die Absicht, $^1/_{200}$ als Steigungsmaximum durchzuführen. Als jedoch zur Erwägung kam, dass dann der Fall, wo ein zweiter Bremser nöthig wurde (cf. § 90 der »Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen« vom Jahre 1873) vielleicht öfters vorkommen und dem Betriebsdienst dadurch Verlegenheiten bereitet werden können, wurde $^1/_{300}$

als Steigungsmaximum angenommen, nachdem eine vergleichende Berechnung erwiesen hatte, dass solches durch eine Mehrausgabe von etwa 2400 Mark ermöglicht und damit nicht allein dem angedeuteten Uebelstande begegnet, sondern zugleich auch die Oeconomie des Betriebsdienstes nicht unerheblich gefördert werden könne. Es liegen danach 43 Procent der Bahnlänge in Steigungen und 57 Procent derselben in Horizontalen.

Die »Grundzüge« gestatten eine Kronenbreite der Bahn gleich der doppelten Spurweite. Da im vorliegenden Falle zur Bildung des Dammkörpers nur leichter Boden und für die Bahnbettung nur feiner Diluvial-(Flug) Sand verfügbar war, so hielt man, namentlich auch in Anbetracht der beabsichtigten Fahrgeschwindigkeit dafür, dass eine etwas grössere als die Minimalkronenbreite sich empfehle, um so mehr als Grunderwerb und Erdarbeitungskosten des geringwerthigen und leicht bearbeitbaren Bodens wegen dadurch sich nicht erheblich steigerten. Es wurde deshalb die Kronenbreite der Bahn zu $1^m,75$ festgesetzt.

Die Querschnitte des Bahnplanums waren so zu bestimmen, dass sie ausser dem Normalprofile des lichten Raumes, Blatt III, Fig. 4 der »Grundzüge« (Fig. 3 auf Tafel I unseres Handbuchs), auch den Forderungen zu entsprechen hatten, welche aus Rücksichten der Entwässerung und des Schutzes der Bahn gegen Vieh und dergl. zu stellen waren.

Die ersteren fordern verhältnissmässig tiefe Gräben mit länger fortlaufenden Gefällen, welche die bei der flachen Bodenlage meistens mangelnde seitliche Entwässerung um so mehr zu ersetzen haben, als einestheils der Boden ganz allgemein wenig durchlässig ist, das Grundwasser sehr flach steht und bei dem feuchten Clima die atmosphärischen Niederschläge durch Verdunstung nur sehr langsam absorbirt werden.

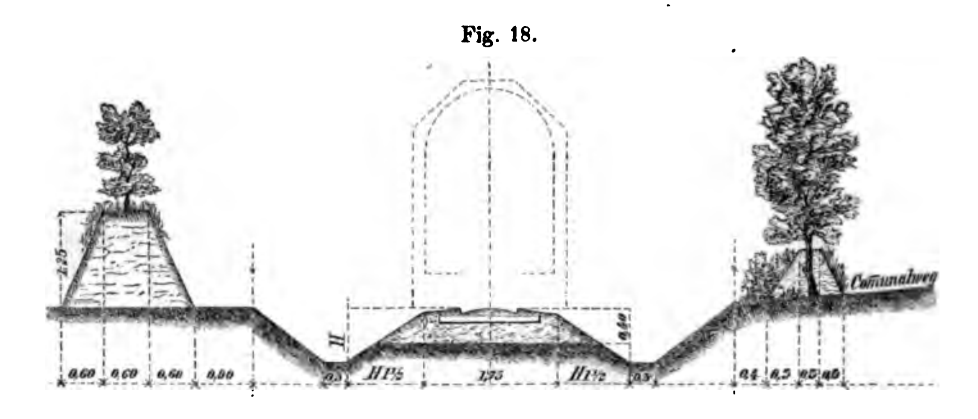
Was die Rücksichten des Schutzes der Bahn betrifft, so erfordern dieselben in einem vorwiegend Viehzucht treibenden Lande, wie Oldenburg, besondere Beachtung. Da der Grundsatz gilt, dass in umwohnten Grundstücken die Bahn auch eingefriedigt werden muss, und fast alle Privatgrundstücke, seien es auch die ödesten Heid- und dicht bestandene Waldflächen, eingewellt sind, so musste die Bahn fast durchweg Einfriedigungen bekommen. Sollte unnützer Aufwand vermieden und sollten die ohnedies verhältnissmässig hohen Kosten der Einfriedigung nicht unnöthig, unter Umständen sogar erheblich gesteigert werden, so war es nothwendig, diese Angelegenheit von vornherein mit besonderer Sorgfalt zu behandeln, um nicht später unfehlbar in grössere Schwierigkeiten und Kosten zu gerathen. Die Aufgabe wurde in folgender Weise gelöst: die Bahnseitengräben konnten, weil sie nur an wenigen Punkten nass zu halten sind und weil trockene Gräben als viehkehrend nicht gelten, nur im beschränkten Maasse zugleich als Einfriedigung dienen. Bei eingewallten Grundstücken wurden in der Regel auch längs der Bahn überall da Wälle ausgeführt (s. Fig. 18, p. 162), wo der Boden nicht zu kostspielig war und die nöthigen geeigneten Soden sich fanden.

Die Wälle werden durchweg mit geeigneten Holzarten bepflanzt, wodurch ihre Dauer und Wehrbarkeit wesentlich erhöht wird. Ein sogenannter halber Wall wurde da auf die Böschung des Bahndammes gesetzt (Fig. 19, rechts, s. p. 162), wo es an Raum und Soden zu einem ganzen Walle fehlte; bei ungenügender Höhe muss dieser, um wehrbar zu sein, noch, wie es in der Figur gleichfalls angegeben, eine schrägstehende trockene Einfriedigung mit einer Latte oder einem Drahte bekommen, bis die Pflanzung genügend angewachsen ist, um eine sogenannte wilde Hecke zu bilden.

Wo diese Arten von Einfriedigung nicht ausführbar sind, bleibt dann nur die

trockene Einfriedigung, Pfähle mit einer Latte oben und zwei durchgezogenen Drähten darunter, aus Fig. 19 (links) zu ersehen, sofern nicht etwa die gewöhnliche Hecke auf der äusseren Grabenkante, im Schutze der vorbeschriebenen trockenen Einfriedigung zu erziehen, Anwendung finden kann, eine kostspielige und dadurch schwie-

Fig. 18.



1 : 100 der natürlichen Grösse.

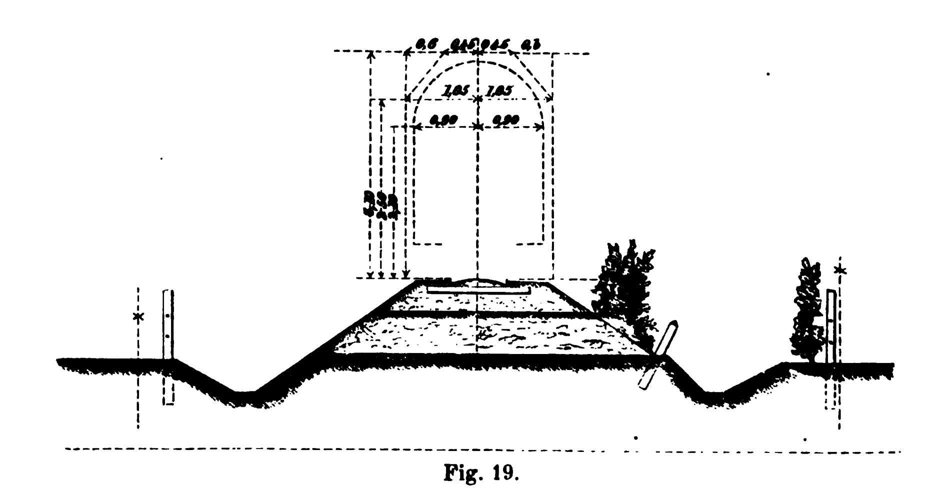


Fig. 19.

rige Maassregel, dass man die für eine Reihe von Jahren zum Schutze erforderliche Einfriedigung nicht überall (z. B. wo gepflügt wird) scharf auf die Grenze des Bahnstreifens setzen kann.

Wo die Bahn am sogenannten »langen Damm« längs dem Communalwege liegt, und zwar je nach der Bodengestaltung in gleicher Höhe oder bis etwa $0^m,70$ höher oder tiefer, ist die in Fig. 18 (rechts) gezeichnete Anordnung gewählt; auf der Wegekante ist, wo der Erdvorrath es gestattete, ein $0^m,60$—$0^m,70$ hoher wallartiger Aufwurf hergestellt, aber in Entfernungen von 10 Metern unterbrochen, um das Wasser vom Wege in den Graben durchzulassen; jede solche Lücke wird mit einem Baume, die Bahnseite des Aufwurfs mit Busch bepflanzt. Wo es an Boden zum Aufwurf fehlt, wird mit sogenannten Prellpfählen und Baumpflanzung auszukommen gesucht.

Die Kosten der verschiedenen Einfriedigungsarten stellen sich hierorts für den laufenden Meter:

1.	Ganzer Wall von normaler Dimension, Arbeitslohn einschliesslich Bepflanzung, aber ausschliesslich des für dieselbe erforderlichen Grund und Bodens	1,00 Mk.
2.	Sogenannter halber Wall desgleichen	0,50 -
3.	Eindrähtiges oder einlattiges Schluchter dazu desgleichen	0,25 -
4.	Schluchter, Pfähle von Eichen mit einer Latte und zwei Drähten desgl.	0,75 -
5.	Hecke, wilde, von Birken, Erlen, Eichen, Buchen, Weiden etc. desgl.	0,49 -
6.	Wegebaum (Eichen und dergl.) gepflanzt für das Stück	0,75 -
7.	Prellpfahl von Eichenholz desgl.	0,50 -

Die Zahl der Kunstbauten ist weder erheblich, noch finden sich darunter irgend bedeutende.

Die ausgeführten Durchlässe und Brücken sind nach Art der englischen, seit Jahren hier bewährten Muster. Von diesen ist vielleicht hervorzuheben Röhrendurchlass von Ziegelschalen (sogenannten Höhlenpfannen) mit Ummauerung von Backstein, welche in mehreren Lichtweiten, von $0^m,22$—$0^m,40$ vielfach ausgeführt wird. (Vergl. 1. Bd. 4. Aufl. p. 449 u. 450, Fig. 2 u. 3.)

Von diesen Lichtweiten haben die Höhlenpfannen eine Wandstärke von 2 bis 3^{cm} bei $0^m,35$ bis $0^m,40$ Länge; dieselben werden, unter sich in Verband, ohne alle Unterlage (was für den Bestand solcher Durchlässe wesentlich ist) in den genau ausgegrabenen, gewachsenen Boden, oder auf einen gut eingeschlämmten künstlichen Sandgrund sorgfältig eingebettet und umstampft, ehe die mit tragenden Backsteinschichten zwischengemauert werden.

Unter Wegeübergängen, Parallelwegen und dergl. werden die Höhlenpfannen ohne Zwischenschichten und Ummauerung als Durchlässe verwendet, die Pfannen nur in Moos, unter einander in Verband verlegt und mit Häuptern von Soden versehen.

Die Kosten der Kunstbauten stellen sich wie folgt:

1. Mauerwerk zu Durchlässen der hier fraglichen Art, also in geringen Massen von wetterbeständigem Backstein in Kalkmörtel mit Zusatz von Trass oder Cement, für den Cubikmeter = 28 Mk.

2. Höhlenpfannendurchlass ohne Ummauerung, $0^m,30$ weit, für den laufenden Meter = 2 Mk.

3. Höhlenpfannendurchlass, $0^m,25$—$0^m,40$ im Lichten weit, gemauert, für den laufenden Meter = 3,50—4,50 Mk. Ein Haupt dazu, $0^m,40$ Länge liefernd = 5,0 bis 7,5 Mk.

4. Ringförmig gemauerte Durchlässe von den Lichtweiten =

	$0^m,50$	$0^m,75$	$1^m,00$	$1^m,25$	$1^m,50$	$1^m,75$
für den laufenden Meter =	10 Mk.	14 Mk.	37 Mk.	45 Mk.	53 Mk.	60 Mk.
1 Haupt dazu						
liefert Länge =	$0^m,225$	$0^m,225$	$0^m,57$	$0^m,57$	$0^m,57$	$0^m,65$
und kostet:	40 Mk.	110 Mk.	207 Mk.	300 Mk.	370 Mk.	480 Mk.

Die Kosten grösserer Werke sind nach dem Ausmaass, je nach den begleitenden Umständen zum Preise von 25—30 Mk. für den Cubikmeter fertiges Mauerwerk zu veranschlagen.

Selbst bei den besten Backsteinen und Mörtelmaterialien empfiehlt es sich, die Brustmauern und Flügelabrollungen der Durchlässe mit Soden zu bedecken, um Ver-

witterung zu vermeiden; unter solchen Abdeckungen halten sich die Mauerwerke hier sehr gut.

Für die Bestimmung der Einzelnheiten des Oberbaues dieses wichtigsten Constructionstheiles der Bahnanlage wurde ein auf vier Rädern möglichst gleichmässig vertheiltes Gewicht der Maschine von 6500 Kilogramm im Dienststande angenommen, dessen Motivirung weiter unten folgen wird. Wenn zwar das gleichfalls auf vier Rädern vertheilte Gewicht der beladenen Güterwagen bis zu 7500 Kilogr. betragen kann, so glaubte man doch, die obige Ziffer als maassgebend ansehen zu dürfen, einestheils, weil bei der Maschine neben dem Gewicht auch noch dynamische Wirkungen eintreten, und anderentheils, weil anzunehmen war, dass die Güterwagen nur in seltenen Fällen voll belastet laufen würden.

Die danach angestellten Berechnungen etc. liessen eine Eisenschiene von 80^{mm} Höhe als angemessen erscheinen. Nachdem jedoch das Stahlwerk Osnabrück (namentlich wegen der dabei zu erzielenden Verwerthung von Materialresten, welche bei der Fabrikation im Grossen sehr unwillkommen sich ergeben) eine Offerte gemacht hatte, nach welcher eine 70^{mm} hohe Schiene von ähnlichen Proportionen, wie jene, nebst Laschen und Platten von Stahl bei zehnjähriger Garantie nicht mehr kosten sollten, als jene von Eisen, so entschied man sich, der längeren Garantiezeit und grösseren Dauer wegen, für die Stahlschienen. Das Profil dieser Schienen nebst Laschen ist in Fig. 10 auf Tafel VI dargestellt.

Indem nun das Maximalgewicht der gelieferten Maschinen (mit vollem Wasser und Heizmaterial) sich nachträglich zu 7400 Kilogr. herausgestellt hat, so scheint die Schiene für diese Last etwas zu schwach zu sein; auf der anderen Seite ist zugleich der günstige Umstand eingetreten, dass die Schwellen durchweg erheblich stärker, als projectirt, geliefert wurden (man machte dieselben aus den in grosser Menge vorhandenen Ausschussschwellen der breitspurigen Bahnen), und es gestaltete sich dadurch das Verhältniss noch nicht geradezu ungünstig; auch hat sich der Oberbau bislang in keiner Weise unzulänglich gezeigt.

Die normale Länge der Schienen ist 7^{m},50, doch wurden bis zu 2% sogenannte Untermaassschienen von 7^{m}, 6^{m},50 bis zu 4^{m},50 Länge hinab angenommen und in Nebengleisen verlegt. Die Schienen der Normallänge haben auf zwei Schwellen hinten rund geschlossene Einklinkungen im Fusse erhalten, in welche entsprechend geformte Nägel eingreifen, um das Fortschieben der Schiene zu verhindern.

In den Bahncurven sind die Stösse der Schienen in Verband gelegt, wodurch erfahrungsmässig das Eckigwerden des Gleises mit Erfolg verhindert wird. Die Abrundung des Schienenkopfes und die Kehle des Radreifs sind mit demselben Radius beschrieben, da diese Anordnung jedenfalls den im vorliegenden Falle überwiegenden Vortheil nicht so starker Abnutzung der Radreifkehle bietet. Die Schienen sind, entsprechend dem Conus der Radreife, mit $^1/_{14}$ Neigung gegen die Verticale gestellt. In den Curven hat der äussere Schienenstrang eine höhere Lage als der innere bekommen und zwar bei einem Radius

von	200	250	300	500 Meter,
um	37	30	25	17$^1/_2$ Millim.

Platten sind in den starken (namentlich Weichen-) Curven nach Bedürfniss: auf jeder Schwelle, abwechselnd, oder in noch grösseren Zwischenräumen untergelegt; auf freier Bahn nur in den Curven, und zwar bei unterstütztem Stoss auf den beiden, dem Stosse benachbarten Schwellen, **nicht unter dem Schienenstosse selbst**, um nämlich die üblen Folgen zu vermeiden, welche die Platten leicht hervorrufen,

wenn die beiden zusammenstossenden Schienen, wie es meistens der Fall ist, von ungleicher Höhe sind.

Die Laschenbolzen (zur Vermeidung des Umdrehens mit ovalem Halse unter dem Kopfe) ebenso wie die Hakennägel sind von Eisen, letztere von zwei verschiedenen Querschnitten des Schaftes, deren einer den Ausklinkungen des Schienenfusses sich anpasst.

Die Schwellen sind sämmtlich von Eichenholz; die vorgeschriebenen, doch bei der Lieferung meistens überschrittenen Maasse derselben sind die folgenden:

	Länge	Stärke	untere Breite	obere Breite mindestens
Mittelschwellen . . .	$1^m,33$	10^{cm}	15^{cm}	10^{cm}
Stossschwellen . . .	$1^m,33$	10^{cm}	$17^1/_2{}^{cm}$	10^{cm}

Weichenschwellen Längen . $1^m,50$ $1^m,70$ $1^m,90$ $2^m,10$ $2^m,30$, sämmtlich 10^{cm} stark, unten 20^{cm}, oben mindestens 10^{cm} breit.

Die Maasse, Gewichte und Kosten der Oberbaumaterialien am Bauplatze und des fertigen Oberbaues sind die folgenden:

1. Die Stahlschiene, 70^{mm} hoch, 64^{mm} in der Basis breit, wiegt für den laufenden Meter . . . . 12,6 Kilogr.
   und kostet für 1000 Kilogramm . . . . 227 Mk.
2. Eine Lasche von Stahl, 280^{mm} lang, wiegt . . . . 0,89 Kilogr.
3. Eine Unterlagsplatte desgl., 140 u. 150^{mm} gross, wiegt . . . . . 1,09 -
   Preis beider für 1000 Kilogramm . . . . 227 Mk.
4. Ein Laschenbolzen, im Schafte = $12^1/_2{}^{mm}$, im Gewindekern 10^{mm} stark, wiegt. . . . . 0,1 Kilogr.
   Preis pro 1000 Kilogramm . . . . 376 Mk.
5. Ein Hakennagel, 12^{mm}□ im Schafte stark, wiegt . . . . 0,083 Kilogr.
   Preis pro 1000 Kilogramm . . . . 411 Mk.
6. Desgleichen zu der Klinke passend. . . . . 0,095 Kilogr.
   Preis pro 1000 Kilogramm . . . . 453 Mk.
   (Nr. 4, 5 u. 6 geliefert vom Hagen-Grünthaler Eisenwerk.)
7. Schwellen von Eichenholz:
   Mittelschwellen für das Stück . . . . 0,90 Mk.
   Stossschwellen für das Stück . . . . 1,00 -
   Weichenschwellen für den laufenden Meter . . . . 0,65 -
8. Eine Schienenlänge = $7^m,50$ Oberbau kostet:
   a) 15 laufende Meter Schienen, 188 Kilogramm zu 227 Mk. für 1000 Kilogramm . . . . = 42,67 Mk.
   b) 4 Laschen, 3,56 Kilogr. zu 227 Mk. für 1000 Kilogramm . . . . = 0,81 -
   c) 8 Bolzen, 0,8 Kilogr. zu 376 Mk. für 1000 Klgr. = 0,31 -
   d) 50 Nägel, 4,15 Klgr. zu 411 Mk. für 1000 Klgr. = 1,71 -
   e) 1 Stossschwelle einschliesslich Transport . . . = 1,00 -
   f) 11 Mittelschwellen zu 0,90 Mk. . . . . = 9,90 -
   g) Arbeitslohn, Schwellenhobeln, Transport, Legen, Stopfen, Richten und dergl. . . . . = 3,90 -

   60,30 Mk.,

wonach sich also die Kosten des normalen Oberbaues auf 8,04 Mk. für den laufenden Meter stellen.

Wegübergänge über die Bahn sind mit nur sehr wenigen Ausnahmen überall da hergestellt, wo Wege die Bahn kreuzen, nur ist die meistens sehr erhebliche, oft 10—15 Meter betragende Breite der öffentlichen Wege auf der Bahn selbst in der Regel auf höchstens 6 Meter eingeschränkt. Auf den Wegübergängen hat das Gleis keinerlei künstliche Vorkehrung bekommen; es ist allein die Fahrbahn des Weges auf 3—4 Meter Breite inmitten und auf einige Meter zu beiden Seiten des Gleises mit Steinschotter etwa $0^m,15$ hoch aufgeschüttet. Dieselbe Anordnung hat auch die 200 Meter lange Gleisstrecke bekommen, welche auf der Westersteder Hauptstrasse liegt, doch ist hier die Steinschüttung mit grösserer Sorgfalt und aus härterem Materiale (Kohlensandstein) geschehen.

Wo die Wegübergänge Verschluss bekommen mussten, wurde solcher mittels der für diesen Zweck hier landesüblichen Heckthore (Bandheck, Rollbaum, Wrin u. dergl.) hergestellt.

Alle übrigen Wegübergänge haben keine Verschlüsse, und Einfriedigungen durch gewöhnliches Schluchterwerk (Latten- oder Drahtzaun) nur in so weit bekommen, als es nothwendig schien, um den Verkehr an einer bestimmten Stelle über die Bahn zu weisen.

Die Kosten eines Paares Heckthore von Eichenholz, einschliesslich der in der Regel nöthigen Schluchteranschlüsse an dieselben, stellen sich auf 30—37 Mk.

Bahnhofsanlagen. Nachdem zu Ocholt die Mitbenutzung der Bahnhofseinrichtungen der Staatsbahn gestattet war, blieb hier nur anzulegen:

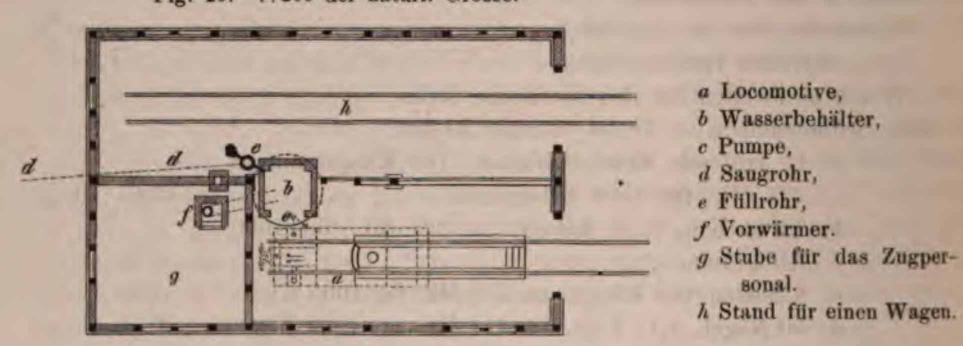
1) ein zum Ein- und Aussteigen der Reisenden geeigneter Platz, nebst Gleiseinrichtung, um die Maschine wieder vor den Zug bringen zu können;

2) ein Gleis mit Rampe zum Be- und Entladen der Bahnwagen;

3) Gleise zum Ueberladen von Gütern zwischen den Wagen der schmal- und breitspurigen Bahn;

4) ein Brennmaterialschuppen, da der zur Heizung der Maschinen dienende Torf zweckmässig hier angebracht und an die Maschine abgegeben wird; sowie endlich

Fig. 20. 1:200 der natürl. Grösse.



5) eine Unterkunft für die auf der Station wartenden Maschinen nebst Personal, eine Wasserstation und einen Schuppen für einen Reservepersonenwagen. (Siehe vorstehenden Grundriss Fig. 20.)

Bei der Station Ocholt ist noch zu bemerken, dass die Ueberladegleise so angeordnet sind, dass die Wagenplatformen in gleicher Höhe und nur $0^m,355$ im

Lichten von einander entfernt (so nahe als man mit der Sicherheit verträglich hielt) sich befinden. Im Uebrigen ist zu wiederholen, dass die Anordnung dem verfügbaren Platze sich anzubequemen hatte und diesem im Wesentlichen ihre Gestalt verdankt.

An dem einzigen Zwischenhaltepunkte Südholz waren, da vorläufige Wagenladungsgüter nicht angenommen werden, Anlagen überhaupt nicht zu machen, indem der dort wohnende Holzwärter den Billetverkauf übernommen hat und den Mitfahrenden das Warten in seinem Hause gestattet.

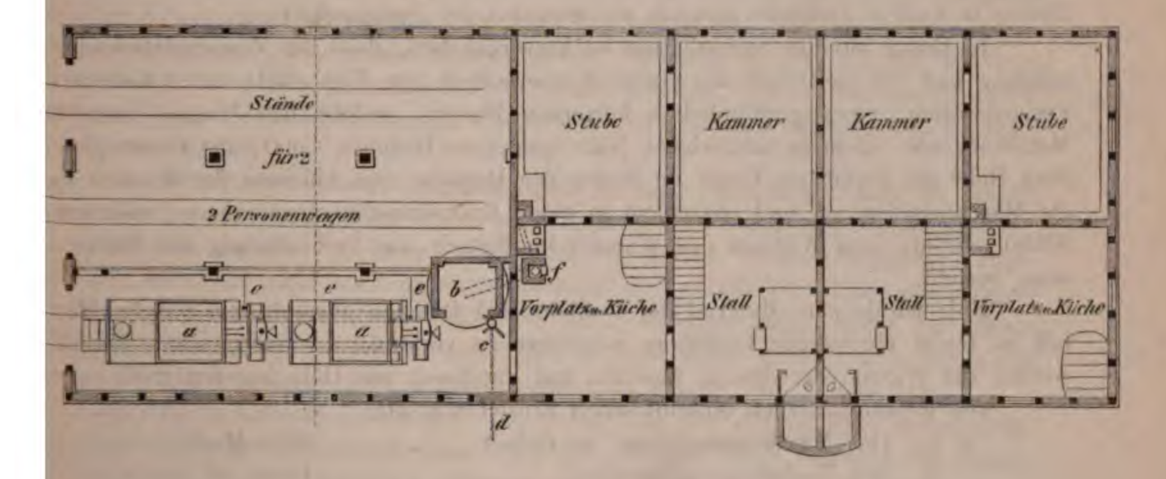
Zu Westerstede wurde mit dem Gastwirthe Oetken ein Uebereinkommen getroffen, durch welches derselbe übernahm, unentgeltlich den ganzen Expeditionsdienst zu leisten, sowie die zum Aufenthalt für das wartende Publikum und zum Unterbringen von Stückgütern nöthigen Räume gleichfalls unentgeltlich zu stellen, sofern der Endpunkt der Bahn vor sein in Westerstede gelegenes Gasthaus gelegt werde.

Dieser für die Gesellschaft günstige Vertrag war die Veranlassung, weshalb das Bahngleis bis in den Ort Westerstede vor das genannte Gasthaus verlängert wurde.

Für die eigentliche Bahnhofsanlage erübrigte dann nur die Herstellung:
1. eines Umfuhrgleises, um die Maschine wieder vor den Zug zu bringen;
2. eines Gleises mit Rampe zum Be- und Entladen der Bahnwagen;
3. einer Maschinen- und Wagenstation.

Weil der erste Zug Morgens voraussichtlich immer von Westerstede ausgehen wird, so musste das Betriebsmaterial und Personal hier stationirt werden. Es war deshalb hier Unterkommen zu schaffen für: zwei Maschinen und zwei Personenwagen, für die Wasserstation (unter Dach) sowie für Güterwagen auf freiem Gleise.

Fig. 21. 1:200 der natürl. Grösse.



a Locomotiven, *b* Wasserbehälter, *c* Pumpe, *d* Saugrohr derselben vom Brunnen, *e* Füllrohr, *f* Vorwärmer.

Fig. 21 zeigt den Grundriss zur Maschinen- und Wagenstation.

Da in Westerstede Familienwohnungen für das Bahndienstpersonal nicht zu haben waren, so musste man sich entschliessen, zugleich zwei solche Wohnungen auf dem aussenliegenden sogenannten Betriebsbahnhofe herzustellen.

An Constructionen haben die Bahnhöfe nichts Bemerkenswerthes aufzuweisen. Die Weichen mit Herzstück von Hartguss sind den gewöhnlichen Weichen von Schienen nachgebildet Für eine vollständige Weiche ist den Kosten der durchgehenden Gleise (das Weichengleis von der Spitze der Zunge an gerechnet) ein Betrag von 148 Mk. hinzuzusetzen.

Was die Hochbauten anbetrifft, so wurde dem oben angeführten Bedürfnisse auf Bahnhof Ocholt durch die Errichtung zweier Gebäude entsprochen, von welchen das eine Stände für eine, allenfalls auch zwei Maschinen und einen Wagen, und daneben ein Zimmer zum Aufenthalte des wartenden Fahrpersonals nebst der Wasserstationseinrichtung enthält,[26]) während das andere zum Unterbringen von etwa 2000 Centner Torf, dem ungefähren Jahresbedarf der Bahn, dient.

Bei der leichten Entzündlichkeit des Torfes konnte hier, wo der Schuppen in unmittelbarer Nähe der fahrenden, mit Torf geheizten und deshalb stark Funken sprühenden Maschinen steht, die, bei den oldenburgischen allgemein mit Torf betriebenen Bahnen sonst übliche Construction mit Lattenverschalung der Wände nicht angewandt werden; der Schuppen musste vielmehr dicht mit Brettern verschalt werden, und nur der hohl liegende Boden hat einen Lattenverschlag bekommen, um den für das Trocknen des Torfs so nothwendigen Luftdurchzug zu ermöglichen. Der innere Raum des Torfschuppens ist durch zwei Lattenwände in drei Theile getheilt, deren jeder mit einer Thür zum Ein- und Austragen des Torfs versehen ist. Diese Abtheilungen haben den wichtigen Zweck einer sicheren Controle über das Brennmaterial, indem man nur auf diese Weise über das hineingebrachte und wieder verausgabte Quantum einen sicheren und öfteren Abschluss bekommen kann.

Auf dem Betriebsbahnhof Westerstede wurde das Bedürfniss durch ein Gebäude befriedigt, in welchem Stände für zwei Maschinen, sowie für zwei Wagen, die Wasserstation und zwei Beamtenwohnungen sich befinden. Die Unterbringung aller dieser Räume in einem Gebäude geschah aus Gründen der Sparsamkeit.

In Bezug auf die Specialitäten ist hervorzuheben, dass die Wasserstationseinrichtung hier wie in Ocholt aus einem Wasserbottich von Eichenholz von 4 Cubikm. Fassungsraum, einer gewöhnlichen hölzernen Pumpe, welche das Wasser mittelst Metallrohr aus einem in möglichster Nähe gelegenen Brunnen saugt, aus einem gleichen Rohr mit einfachem Ventil im Boden des Bottichs zum Ablassen des Wassers in die Maschinencisterne, und aus einem in einen Backsteinofen eingemauerten eisernen Schlangenrohre zum Wärmen des Wassers im Bottich, zur Verhinderung des Einfrierens, besteht.

Holz wurde zum Material der Bottiche und Pumpen gewählt, um das bei Metall so leicht eintretende Einfrieren möglichst zu verhindern. (Zu gleichem Zweck werden die Wasserreservoire in Amerika fast durchweg aus Holz angefertigt.[27])

Die Kosten betragen einschliesslich Einrichtung für:

1. Das Maschinenhaus etc. zu Ocholt . . . . . . 3345 Mark
2. den Torfschuppen daselbst . . . . 1530 -
3. das Maschinenhaus etc. zu Westerstede . . . 7690 -

Locomotiven. Behufs Feststellung der Dimensionen der Locomotive war zunächst die nothwendige Leistung derselben zu bestimmen. Es wurde dabei ein Zug angenommen, bestehend aus:

---

[26]) Vergl. Holzschnitt Fig. 20.

[27]) Siehe Organ 1877, p. 99.

1. einem combinirten Personenwagen (siehe unten), vollständig besetzt bzw. beladen, wiegend brutto . . . . 8,000 Kilogr.
2. einem Wagen III. Classe (siehe unten), vollständig besetzt, desgl. 7,500 -
3. einem Güterwagen, beladen, desgl. . . . . 7,500 -

was eine Bruttolast des Wagenzuges von . . . . 23,000 Kilogr.
ergiebt; dazu das Gewicht der Maschine vorläufig angenommen zu brutto . . . . 7,000 -
ergiebt ein Gesammtgewicht des Zuges von . . . . 30,000 Kilogr.,
als die für gewöhnliche Fälle fortzubewegende Maximalbruttolast.

Diese sollte mit einer Geschwindigkeit von 20 Kilom. in der Stunde über die im Wesentlichen ebene, indess mit Maximalsteigungen von 1 : 300 gradirte Bahn befördert werden.

Um ganz sicher zu gehen, wurde die erforderliche Zugkraft zu 850 Kilogr. angenommen. Bei dem, selbst für ungünstige Witterungsverhältnisse als hinreichend sicher anzusehenden Reibungscoëfficienten von $^1/_7$ würde demnach unter der Voraussetzung, dass alle Räder der Maschine gekuppelt werden, ein Maschinengewicht von rund 6000 Kilogr. ausreichend gewesen sein; dasselbe wurde jedoch sofort auf 6500 Kilogramm erhöht, weil die vorangenommenen Gewichte von den Maschinenfabriken erfahrungsmässig stets überschritten zu werden pflegen.

Die Construction der Maschinen wurde nach generellen, dem auf den Oldenburger Bahnen bewährten Maschinensystem Krauss entsprechenden Angaben der Hannoverschen Maschinenbaugesellschaft, vormals Georg Egestorff, welcher die Lieferung der Maschinen übertragen war, überlassen.

Nach der Bestellung sollten die Maschinen: vierrädrig — die Last auf alle vier Räder möglichst gleichmässig vertheilt — und als Tendermaschine gebaut, zur Führung durch einen Mann eingerichtet werden, im Dienste das Maximalgewicht von 6500 Kilogr. nicht überschreiten und mit 10 Atmosphären Dampfüberdruck arbeiten, aussenliegende Cylinder und aussenliegende Steuerung (System Allan) mit Vertheilungsschieber zu doppelter Einströmung, festes Blasrohr, sowie, der beabsichtigten grösseren Fahrgeschwindigkeit wegen, Räder von $0^m,75$ Durchmesser und eine Exter'sche Bremse bekommen.

Als dem System Krauss eigenthümlich ist noch anzuführen, dass der Kessel keinen Dom, sondern an dessen Stelle ein innenliegendes Dampfsammelrohr hat.

Um die ohnedies im Dienst schon um 350 Kilogr. stärker belastete Hinterachse der Maschine nicht noch mehr zu belasten, ist von der Bedeckung des Führerstandes abgesehen, und an deren Stelle nur ein Schutzblech angeordnet, was umsomehr zulässig erschien, da der Führer täglich voraussichtlich höchstens 8 . 20 = 160 Minuten oder $2^2/_3$ Stunden, und ununterbrochen nur 20—30 Min. Dienst hat.

An dem erwähnten Schutzblech ist die in § 51 der »Grundzüge« vorgeschriebene Signalglocke so aufgehängt, dass der Führer dieselbe durch Bewegen des dieserhalb mit einem Riemen versehenen Klöppels mit der Hand zum Ertönen bringen kann.

Durchweg ist das beste Material, Kupfer zu der Feuerkiste und Stahl zu den Achsen, Bandagen, Stehbolzen und Triebstangen, Feinkorneisen zu den Kesselblechen und Siederohren, vorgeschrieben.

Die Maschine ist auf Tafel XXII in Fig. 6 in $^1/_{20}$ der natürlichen Grösse dargestellt und auf pag. 43, 44 und 45 eingehend beschrieben.

Personenwagen. In Beziehung auf den Personentransport war man von vornherein der Meinung, dass zwei Wagenclassen vollkommen ausreichend sein

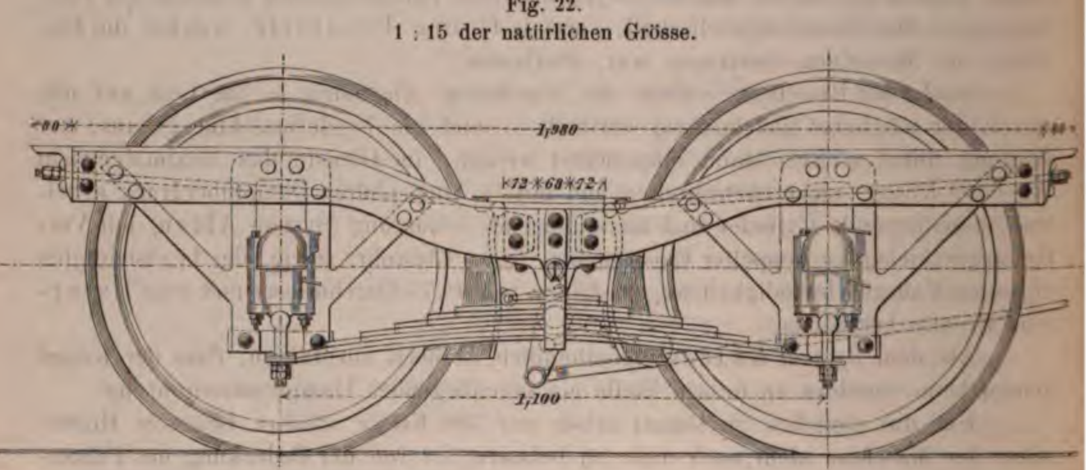
würden; an die Normen der Staatsbahn anschliessend bezeichnete man dieselben als II. und III. Classe und nahm als Benutzungsverhältniss derselben, den dortigen Erfahrungen entsprechend, als etwa 1 zu $3^1/_2$ an.

Bei der schmalen Spurweite erschien die bei den Strassenomnibus meistens gebräuchliche Anordnung von Langsitzen als die zweckmässigste und empfahl sich namentlich auch deshalb, weil dieselbe das Durchgehen durch die Wagen und damit die grösste Sicherheit der Controle bei dem geringsten Begleitpersonale gestattet. Das Durchgehen durch die Wagen wurde als eine nahezu nothwendige Bedingung angesehen, damit der Zugbegleiter unterwegs die Fahrkarten nachsehen und stets an das vordere Ende des Zugs gelangen könne, wo derselbe auf der vorderen Platform des ersten Wagens, behufs etwa nöthigen Beistandes des einzigen Maschinisten, nach beendeter Revision des Zuges in der Regel sich aufstellen soll.

Das Durchgangssystem bedingt Platformen an beiden Enden des Wagens, welche wegen ihrer Kosten und der durch sie hervorgerufenen Verlängerung des Zuges eine unangenehme Beigabe des Systemes sind; zur Beschränkung dieses Uebelstandes ist möglichste Länge des Wagens das einzige Mittel, und es war dadurch das sogenannte amerikanische Wagensystem so gut wie gegeben.

Es wurde denn auch dieses System für die Personenwagen adoptirt. Diese Wagen werden von vier in zwei Drehschemeln (trucks oder bogie Gestellen) (Fig. 22)

Fig. 22.
1 : 15 der natürlichen Grösse.



vereinigten Achsen getragen; dieselben sind im Aeusseren $1^m,750$ breit, haben eine Kastenlänge von 9^m, bei einer Länge zwischen den Bufferhölzern von $10^m,5$, und sind in zwei Arten, nach übrigens gleicher Construction, ausgeführt, nämlich: III. Classe mit 36 Plätzen, und combinirte, mit 6 Plätzen II. Classe, 22 Plätzen III. Classe und einer zwischen beiden liegenden, zum Durchgange eingerichteten, den Raum von 8 Personenplätzen einnehmenden Abtheilung für Post, Gepäck und Kleinvieh.

Die Erleuchtung der Wagen im Inneren, sowie die Signalisirung nach aussen erfolgt durch feste Petroleumlampen, welche in den beiden Endwänden so angebracht sind, dass sie nach beiden Seiten hin leuchten.

Das Gewicht stellt sich bei den combinirten Wagen auf 5031 Kilogr., bei den Wagen III. Classe auf 4960 Kilogr., wonach bei den letzteren auf jeden der 36 Plätze ein Wagengewicht von 138 Kilogr. kommt, also eine verhältnissmässig sehr geringe

todte Last, da bei den Normalbahnen das Wagengewicht für einen Reisenden III. Classe selten weniger als 200 Kilogr. beträgt.

Einen sehr bedeutenden Antheil am Wagengewichte haben die Achsen und Räder, indem eine Achse mit zwei Rädern 400 Kilogr. wiegt. Es war zwar der Durchmesser der Räder aus dem schon bei der Locomotive angeführten Grunde zu $0^m,75$ und der Durchmesser der Achsen, den Grundzügen entsprechend, zu 90^{mm} in der Nabe und 55^{mm} im Schenkel vorgeschrieben, jedoch hätte sich das Gewicht einer Satzachse, ohne Beeinträchtigung der Solidität, um mindestens 100 Kilogr. herabmindern lassen und damit auch das todte Gewicht für jede Person auf 127 Kilogr.; es ist das ein erheblicher Vorzug gegenüber den Normalbahnen und, der geringeren Fahrgeschwindigkeit und der kleineren Züge wegen, gewiss auch zulässig.

Die Construction der Wagen hat im Uebrigen sich als zweckmässig erwiesen, namentlich hat die gewählte tiefe Lage des Schwerpunktes, sowie die Anwendung der Drehgestelle sich vollkommen bewährt.

Die Bewegung im Fahren ist ruhig und war selbst bei einer, probeweise bis zu 32 Kilom. in der Stunde gesteigerten Geschwindigkeit keineswegs rauh oder irgend Besorgniss erregend. Bei einer etwaigen Wiederholung der Ausführung dürfte es sich empfehlen, die für 6 Personen II. Classe etwas enge Abtheilung um eine Kleinigkeit weiter zu machen; ebenso dürfte auch der Gepäckraum etwas zu vergrössern sein, da derselbe für Kleinvieh nur zur Noth ausreicht. Um nun dadurch nicht an Raum für die III. Classe zu verlieren, dürfte man den Wagen um einige Sitzplätze länger machen.

Die hier beschafften zwei Stück combinirten und 3 Stück III. Classe-Wagen wurden von der Breslauer Actiengesellschaft für Eisenbahnwagenbau, ausschliesslich der Achsen, Räder und Federn, zum Preise von 3924 Mark für einen combinirten Wagen und 3354 Mark für einen Wagen III. Classe, beide mit Bremse, frei nach Oldenburg in zufriedenstellender Ausführung geliefert.

Die Radsätze mit Achsen und Radreifen von Gussstahl, für alle Wagen gleich, sowie die Federn wurden in der Krupp'schen Fabrik zu Essen angefertigt und zu folgenden Preisen frei nach Breslau geliefert:

eine Satzachse zu . . . . 182 Mark,
eine Trag- (Horn-) Feder zu . . . . 10,30 - ,
eine Zug- und Stoss- (Evolut-) Feder zu . . . 1,30 - ,

wonach also die Wagen (frei bis Oldenburg) sich stellen:

ein combinirter Wagen auf rund 4595 Mark,
ein Wagen III. Classe . . . . . 4125 - ,

Fig. 8—10 auf Tafel XXVII giebt die Ansicht, Querschnitt und Grundriss eines combinirten Wagens. (Vgl. auch p. 75.)

Güterwagen. Zum Gütertransport sind verdeckte und offene Güterwagen, letztere je nach den Umständen mit Hoch- und Niederbord zu gebrauchen, beschafft. Da es im vorliegenden Falle um den gleichzeitigen Transport grösserer Massen sich nur ausnahmsweise handelt, so musste hier der vierrädrigen Construction vor der achträdrigen der Vorzug gegeben werden.

Die bedeckten Güterwagen finden sich auf Taf. XL Fig. 8—10 dargestellt. Ueber die Construction ist Weiteres kaum hervorzuheben, als dass, bei der im Verhältniss zum Durchmesser der Räder tiefen Lage des Wagenbodens, die über denselben vorstehenden Raddeckel hier ebenso wenig wie bei den Personenwagen Unzuträglich-

keiten veranlasst haben, wogegen die tiefe Lage des Schwerpunktes auch hier in gleich günstiger Weise sich geltend macht.

Die Wagen sind geeignet, alle gewöhnlich vorkommenden Transportartikel (also auch Grossvieh) zu laden und dabei meistens auch die volle Tragfähigkeit auszunutzen.

Das Gewicht der Güterwagen, der bedeckten sowohl als offenen (letztere mit Aufsatzbord), beträgt bei einer Ladungsfähigkeit von 5000 Kilogr. im Durchschnitt 2500 Kilogr.

Das Verhältniss der Tara- zur Bruttolast hat sich bei denselben gegenüber der Normalspur also nicht in gleichem Maasse günstig gestellt, wie bei den Personenwagen. Es ist dieserhalb hier indess hervorzuheben, dass ausser an den Rädern durch eine sorgfältige Prüfung aller Dimensionen der ausgeführten Wagen an diesen selbst Reduction eingeführt werden könnte, ohne die Solidität der Wagen zu beeinträchtigen.

Von den beschafften zwei Stück bedeckten und vier Stück offenen Güterwagen lieferte die oben genannte Breslauer Fabrik die ersteren und C. Stahmer in Georgs-Marienhütte die letzteren.

Die Kosten betragen:

1.	für einen bedeckten Güterwagen ohne Achsen, Räder und Federn fr. Oldenburg	1178 Mk.
	zwei Satzachsen von Krupp fr. Breslau	364 -
	vier Stück Tragfedern dazu, fr. Breslau	17. 20 -
	eine Zug- und Stoss- (Evolut-) Feder dazu, fr. Breslau	1. 30 -
	Im Ganzen	1560. 50 Mk.
2.	für einen offenen Güterwagen, wie oben	700 -
	zwei Satzachsen, vier Stück Tragfedern und eine Evolutfeder, wie oben	382. 50 -
	Im Ganzen	1082. 50 Mk.

Fig. 23. 1 : 15 der natürlichen Grösse.

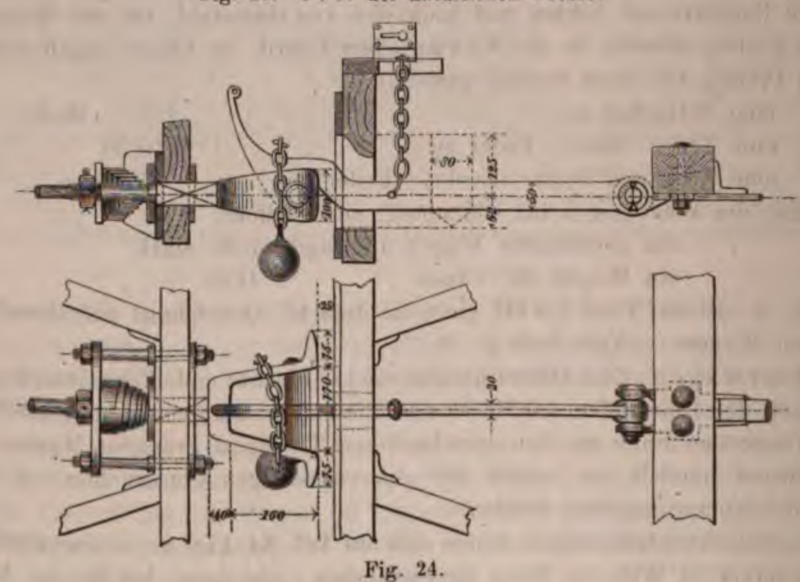


Fig. 24.

Für die Kuppelung wurde das Einbuffersystem, im Wesentlichen nach dem bewährten Muster der norwegischen Schmalbahnen gewählt. Dieselbe ist, wie aus Fig. 23 und 24 ersichtlich, elastisch und für das Ankuppeln selbstwirkend, während

das Loskuppeln, nach dem Zurückwerfen der Kettenkugel, durch Heben des Kuppelhakens mit der Hand, oder mittelst einer kleinen Kette von der Platform aus geschieht. Die Kettenkugel ist ein wesentlicher Bestandtheil der Kuppelung; dieselbe hat in Norwegen dieses System erst eigentlich zweckmässig gemacht, indem sie das dort früher nicht selten vorgekommene Ausspringen des Kuppelhakens mit Erfolg verhindert. Zur Nothkuppelung sind an jedem Wagenende zwei Kettchen mit Haken vorhanden, dieselben werden aber nur dann eingehängt, wenn die Hauptkuppelung beschädigt ist. Die Kuppelung hat sich auch hier vollständig bewährt.

3. **Bauausführung.** Der Bahnbau wurde im Frühjahr 1876 in Angriff genommen.

Die landespolizeiliche Projectprüfung ging ohne erhebliche Anstände und ohne allen Zeitverlust vorüber, indem man bauseitig bei derselben lediglich die öffentliche Interessen berührenden Punkte zur Sprache brachte, alles Uebrige aber im Wege der Privatverhandlung mit den einzelnen Betheiligten erledigte.

Der Grunderwerb machte keine erheblichen Schwierigkeiten. Nach Zusicherung aller Rechte für die Besitzer wurde, unter Zusage von 5% Zinsen des demnächst festzustellenden Entschädigungscapitals vom Tage des Angriffs der einzelnen Parzelle bis zu dem der Auszahlung des Entschädigungscapitals — der Angriff der Grundstücke nach dem Bedürfniss der Bauverwaltung auf der ganzen Linie gestattet, so dass man bei den Arbeiten nirgends behindert war. Der Ankauf aller Grundstücke wurde dann später bei gelegener Zeit, im Wege der Güte, zu im Ganzen angemessenem Preise verhältnissmässig leicht bewirkt.

Erdarbeiten. Der Inangriffnahme derselben ging die Profilirung der Linie nach dem aufgestellten Projecte und dann eine genaue Prüfung der Nivellette und Trace draussen auf dem Felde vorher; dieselbe hatte mehrere nicht unerhebliche Veränderungen beider zur Folge. Die dadurch erzielten Ersparungen ersetzten den Zeitverlust reichlich.

Die Ausführung der Erdarbeiten erfolgte in Regie, d. h. durch freihändige Verdingung an Arbeitercolonnen oder Schachtmeister, in Loosen von 250—1000 Mark, unter bauseitiger Zulieferung aller Geräthe (Handgeräth ausgeschlossen) bei 14tägigen Zahlungsfristen, Abgabe von 2 Pfennigen von jeder Mark Arbeitslohn in eine Arbeiterkrankencasse, sowie unter den bei solcher Ausführung sonst üblichen Modalitäten. Selbst bei dieser kleinen Bahn, bei welcher die Auslage für Geräth verhältnissmässig bedeutend war, erwies sich dieses System als entschieden vortheilhaft, theils weil dabei nur mit tüchtigem und ausreichendem Geräth gearbeitet wird, theils weil dasselbe die Bauverwaltung hinsichtlich der Anstellung der Leute unabhängig macht.

Lange und dadurch kostspielige Handkarrentransporte wurden möglichst eingeschränkt, indem man das Planum mit Hülfe solcher nur so weit herstellte, dass die Bahn auf dasselbe gelegt werden konnte und die übrige Erdbewegung dann auf der Bahn selbst bewirkt wurde, zu welchem Zweck sofort bei Beginn des Baues 10 Stück Erdtransportwagen (jeder 1 Cubikm. fassend) angeschafft waren.

Diese und ein Wagen (ohne Kasten) zum Transport von Schienen und Schwellen, theilweise mit den Rädern der definitiven Wagen versehen, kosteten im Ganzen . . . . 2982 Mk.
die sämmtlichen übrigen Geräthe . . . . 1032 -
alle Geräthe zusammen 4014 Mk.
der verbliebene sicher realisirbare Werth derselben ist geschätzt auf . . 2250 -
wonach der wirkliche Aufwand für Geräthe sich stellt auf. . . . . . . 1764 Mk.;

bei einer verarbeiteten Gesammterdmasse von 29,486 Cubikm. ergeben sich daher die Geräthekosten zu 0,10 Mark für den Cubikmeter. Dieselben, an und für sich nicht gering, dürften mit einem Unternehmer nur viel höher zu bedingen gewesen sein, und sie würden, bei einem grösseren Bau, fast in demselben Verhältniss niedriger sich gestellt haben, als das Arbeitsquantum gewachsen wäre, da das Geräth während der ganzen Bauzeit nicht voll beschäftigt war.

Obiges Quantum ergiebt die für den laufenden Meter Bahnlänge verarbeitete Erdmasse zu 4,21 Cubikm.

Die Gesammtkosten der Erdarbeiten einschliesslich des Verlustes vom Geräthe-conto betragen . . . . 19,358 Mk.,
demnach die Kosten für den Cubikmeter . . . . 0. 66 -
desgl. für den laufenden Meter Bahn . . . . 2. 77 -
wobei der Accordlohn für den Arbeitstag zwischen . . . . . . 2. 7 und 3 -
schwankte.

Maurerarbeiten. Dieselben waren im Ganzen gering und wurden, in ähnlicher Weise wie die Erdarbeiten, an eine kleine Maurercolonne verdungen.

Für Durchlässe der hier fraglichen Art ist der Preis der Backsteinarbeit einschliesslich Mörtelbereitung und Handlanger für 1000 (von 23. 11. 6 Ctm.) 12 Mk.
oder für den Cubikmeter zu je 550 Steinen . . . . 6. 60 -
für die grössere Brücke über die Aue desgl. . . . . 10 -
oder für den Cubikmeter zu je 550 Steinen . . . . 5. 50 -

Oberbau. Auch das Legen des Oberbaues geschah nach dem, bei den Erdarbeiten befolgten Princip, und man folgte zugleich dem hier allgemeinen Gebrauche, das Material auf der eben gelegten Bahn nachzuführen, ein Verfahren, welches das Verlegen und Fertigstellen von 300 laufenden Meter Oberbau täglich gestattet.

Die Schienenauflager der Schwellen wurden auf den Lagerplätzen derselben durch Hobeln, mittelst einer eigens für diesen Zweck beschafften Hobelbank hergestellt, und die Schwellen dann zugleich mit den Schienen zum Vorlegen angebracht.

Der Umstand, dass das Bahnplanum wegen zu langer Erdtransporte vielfach nur für das Bahnlegen nothdürftig ausreichend hergestellt werden konnte und dass der zur Unterbettung der Schwellen erforderliche magere Sand sich nicht überall vorfand, bedingte, dass der Oberbau auf längere Strecken nicht gleich auf die richtige Höhe gelegt werden konnte. Derselbe wurde dann aber, nachdem der nöthige Sand angefahren war, sofort auf die richtige Höhe gehoben, gerichtet und fest unterstopft, ehe weitere Transporte auf demselben zugelassen wurden. Dieses Verfahren wurde ohne irgend erhebliche Unzuträglichkeiten vielfach angewendet und kann, wegen der dadurch zu erzielenden erheblichen Ersparungen, unter gewissen Umständen, bei sorgfältiger Ausführung empfohlen werden, obgleich die Kosten der ersten Unterhaltung einer so gelegten Bahn sich höher stellen, als wenn ein Gleis auf eine vollständig fertige und sogar schon abgelagerte Bettung gestreckt wird.

Den oben angegebenen Kosten des Oberbaues fügen wir noch die folgenden an:

1. für Auf- und Abladen des Materials, Legen, Unterstopfen, Richten und rauhes Ausfüllen des Gleises bis auf die Höhe vorhandener Bettung mit seitwärts liegendem Füllmaterial für den laufenden Meter . . . 0. 25 Mk.
2. für Transport des Oberbaumaterials für je 100 laufende Meter Gleis auf je 100 Meter Transportentfernung . . . . 0. 42 -

3. für das Heben des auf Formationshöhe gelegten Oberbaues bis zur richtigen Höhe, rauhes Verfüllen mit Sand einschliesslich desselben, Unterstopfen und Ausrichten der Bahn für den laufenden Meter . . . . . 0. 40 Mk.
4. für das Legen einer Weiche eine Zulage zu dem Accordpreise für das Gleislegen, die Länge beider Gleise berechnet . . . . 30 -

Diese Preise setzen allerdings geschickte und in ihrem Fache erfahrene Schienenleger voraus.

Gelegt wurden im Ganzen:

Gleise . . . . . . 7755 laufende Meter
Weichen . . . . . 12 Stück.

4. **Gesammtkosten der Bahn.** Die Gesammtkosten der Bahn gehen aus der nachfolgenden Zusammenstellung hervor, zu welcher zu bemerken ist, dass die wirklichen Ausgaben sich etwas höher ergeben als die angeführten, weil ein Betrag von etwa 7000 Mark für Oberbaumaterial ausgegeben ist, welches bereits bestellt war, ehe die früher besprochene Abkürzung der Linie beschlossen wurde. Dieses Material ist dem Reservefond überwiesen.

Nr.	Gegenstand der Ausgaben.	Gesammtkosten im Einzelnen Mk.	Pfg.	Gesammtkosten im Ganzen Mk.	Pfg.	Kosten für den Kilom. im Einzelnen Mk.	Kosten für den Kilom. im Ganzen Mk.
	I. Expropriation.						
1	Landankauf	—	—	18353	85	2622	2622
	II. Erdarbeit.						
2	Herstellung des Planums	12868	40	—	—	1838	—
3	Bettung	6030	—	18898	40	862	2700
	III. Kunstbauten.						
4	Brücke über die Aue	2207	—	—	—	315	—
5	Kleinere Durchlässe	2204	30	4411	30	315	630
	IV. Oberbau.						
6	Material	62225	—	—	—	8889	—
7	Arbeitslohn	6418	40	68643	40	917	9806
	V. Hochbauten.						
8	Bahnhöfe	12868	3	—	—	1838	—
9	Freie Strecke	—	—	12868	3	—	1838
	VI. Betriebsmaterial.						
10	Ausrüstung der Bahn	44122	69	42122	69	6303	6303
	VII. Nebenanlagen.						
11	Einfriedigungen	5154	15	—	—	736	—
12	Wegeanlagen	1805	4	—	—	255	—
13	Signalvorrichtungen	17	75	6976	94	3	994
	VIII. Geräthe.						
14	Erdtransportgeräth	1048	50	—	—	150	—
15	Anderes Geräth	716	50	1765	—	102	252
	IX. Vorarbeiten.						
16	Ausarbeitung des Bauplans, Bauführung etc.	3333	—	3333	—	480	480
	X. Generalkosten.						
17	Zinsen während der Bauzeit, Geldbeschaffungskosten, Constituirung d. Gesellschaft	3159	51	3159	51	451	451
	Im Ganzen	—	—	182532	12	—	26076
	Hätte die Bahn eine Länge von 35 Kilom., so würden nach dem oben Gesagten die Kosten nur betragen						21034

5. **Betriebsdienst.** Der Betriebsdienst wird unter Beirath des Gesellschaftsvorstandes von der Grossherzoglichen Eisenbahndirection zu Oldenburg geleitet.

Die Beaufsichtigung und Unterhaltung der Bahn erfolgt bisher lediglich durch bzw. unter Leitung des zu Ocholt stationirten Bahnmeisters der Staatsbahn, welcher die Bahn wöchentlich zwei Mal gegen Entgelt von je 1 Mark in der einen Richtung zu begehen und in der anderen zu befahren und dabei die etwa nöthigen Reparaturarbeiten anzuordnen hat.

Ausserdem sind Locomotivführer und Zugbegleiter angewiesen, die Bahn stets genau zu beachten und etwa bemerkte Mängel bei der Ankunft in Ocholt dem Bahnmeister und in dessen Abwesenheit dem Stationsvorsteher sofort zu melden. Ueber die Unterhaltungsarbeiten hat der Bahnmeister Rechnung zu führen und monatlich der Betriebsinspection vorzulegen.

Zur Wahrnehmung des Fahrdienstes sind auf Kündigung, übrigens mit den Rechten dieser Kategorie der Angestellten der Staatsbahn, angestellt:

a) ein Zugbegleiter, in Beziehung auf den Transportdienst der erste Bahnbeamte, zu Westerstede stationirt. Derselbe bezieht, neben Dienstwohnung, welche ihm jährlich mit 36 Mark berechnet wird, und Uniform eine Remuneration von monatlich 75 Mark einschliesslich der genannten Emolumente berechnet zu 82. 17 Mark. Derselbe hat ohne weitere Vergütung täglich Dienst zu thun und wird nur jeden dritten Sonntag durch einen von Oldenburg, auf Kosten der Gesellschaft, gesandten Ersatzmann abgelöst.

b) Zwei Maschinisten, in Beziehung auf den Transportdienst dem Zugbegleiter, sonst der Grossherzoglichen Betriebsinspection untergeordnet.

Dieselben beziehen eine monatliche Remuneration

der erste baar	80,00	Mk.
einschliesslich Wohnung und Dienstkleidung, entsprechend	91,50	-
der zweite baar	90,00	-
einschliesslich Dienstkleidung	91,50	-

Die Bahn sollte bis zum 1. August 1876, also nach fünfmonatlicher Bauzeit vollendet sein; verschiedene Behinderungen verzögerten die Fertigstellung, so dass die Bahn erst am 1. September in beschränktem Maasse dem Verkehr übergeben werden konnte und seit dem ersten October in regelmässigem Betriebe steht.

Täglich werden vier Züge in jeder Richtung gefahren und zwar mit einer Präcision, welche Nichts zu wünschen übrig lässt. Diese Zahl der Züge ist eine verhältnissmässig grosse und die Frequenz des einzelnen deshalb eine meistens geringe, doch ist das der Natur der Sache nach nicht zu vermeiden, wenn eine solche Bahn ihren Zweck ganz erfüllen soll, zugleich aber auch ein Beweis für die Zweckmässigkeit der schmalen Spur in Fällen ähnlicher Art.

Die Fahrzeit einschliesslich des Haltens an der Zwischenstation Südholz beträgt 20 Minuten (die Geschwindigkeit etwa 20 Kilom. in der Stunde), wird aber häufig nicht gebraucht, und es könnte ohne Bedenken die Geschwindigkeit auch auf 30 Kilometer gesteigert werden.

Die Zugsignale sind die gewöhnlichen; als Achtungssignal für das Publikum wird in der Nähe der Wegübergänge die Glocke geläutet.

6. **Reglements und Tarife.** Das Betriebsreglement für die Eisenbahnen Deutschlands hat auch unbeschränkte Gültigkeit für den Betrieb dieser Bahn.

Der Tarif der Strecke ist möglichst einfach construirt; es sind demselben nicht

bestimmte Einheitssätze zu Grunde gelegt, sondern, unter Berücksichtigung der localen Verhältnisse, abgerundete Sätze gegriffen. Zunächst ist dieser Tarif folgendermaassen gestaltet:

A. Für Personen.

Für die Fahrt zwischen Ocholt-Westerstede:

II. Classe 0,50 Mk.
III. - 0,30 -

Für die Fahrt zwischen Ocholt-Südholz und Westerstede-Südholz:

II. Classe 0,30 Mk.
III. - 0,20 -

B. Für Reisegepäck.

Für je angefangene 10 Kilogr. 0,03 Mk.

C. Für Thiere.

Für Kälber, Schweine, Schafe und Ziegen pro Stück 0,25 Mk. Für grösseres Vieh, soweit dessen Beförderung ausführbar, pro Stück 1,00 Mk.

D. Für Güter.

1. Für Güter aller Art in Sendungen unter 2000 Kilogr. pro 100 Kilogr. 0,20 Mk.
2. Für Güter aller Art in Sendungen von mindestens 2000 Kilogr. oder wenn die Fracht für dieses Quantum gezahlt wird, pro 100 Kilogr. 0,15 Mk.

   Für die im Oldenburgischen Localtarif als sperrig bezeichneten Güter wird die $1\frac{1}{2}$fache Fracht berechnet.
3. Bei Berechnung der Fracht nach Tragkraft der Wagen ca. 5000 Kilogr.

   a) Für bedeckte Wagen 5 Mk.
   b) Für offene Wagen 4 Mk.

Für Umladung der Stückgüter in Ocholt wird nichts berechnet; Umladung der Wagenladungsgüter wird von der Staatsbahnverwaltung in beiden Richtungen gegen Vergütung der Selbstkosten vorgenommen.

Die Post benutzt gegenwärtig Züge in jeder Richtung zur Beförderung von Briefen, Paqueten und Werthsendungen und zwar für Paquete und Geld zwei in jeder Richtung; der dritte nimmt nur einen Briefbeutel mit. Auf Grund einer Verfügung des Reichskanzlers ist mit der Oberpostdirection ein Vertrag abgeschlossen, nach welchem die Vergütung für diese Leistungen jährlich 960 Mk. beträgt. Es ist dies dieselbe Entschädigung, welche früher postseitig dem zwischen Westerstede und Zwischenahn (westlich benachbarte Station der Oldenburg-Leerer Bahn) cursirenden Omnibus gezahlt wurde.

Die Omnibusfahrt auf der 10,5 Kilom. langen Chausseestrecke ist mit Eröffnung des Bahnbetriebs eingestellt.

7. **Bisherige Erfolge.** Zunächst ist hier mitzutheilen, dass es nicht allein gelungen ist, die Bahn für die veranschlagte Kostensumme zu bauen und in Betrieb zu setzen, sondern auch, dass von der letzteren noch ein Ueberschuss

von baar	41,268 Mk.
und in Oberbaumaterial und Geräthen angelegt	9,250 -
zusammen	50,518 Mk.

verblieben ist, welcher dem statutenmässig zu bildenden Reserve- und Erweiterungsfond überwiesen wird.

Sodann ist hervorzuheben, dass die für das Jahr auf 5475 Thlr. veranschlagte Einnahme der Bahn durch die in den ersten vier Betriebsmonaten — 1. September

bis letzten December 1876 — aufgekommene Summe sogar um 424,19 Mk. überschritten ist, indem die letztere Summe 5899,19 Thlr. betragen hat.

Die Einnahme setzt sich wie folgt zusammen:

Personenverkehr.	Einnahme.	
1. 10806 Stück Einzelkarten mit . .	3301,70	Mk.
2. 3262 Stück Retourkarten mit . . .	1083,80	-
3. 2 Stück Abonnementskarten . . .	4,20	-
4. Gepäckverkehr	56,82	-
5. Viehverkehr	28,75	-
6. Güterverkehr, 612,440 Kilogr. . .	963,59	-
7. Für die Beförderung der Post . .	320,00	-
8. Miethe für Erdtransportwagen. . .	140,33	-
Gesammteinnahme	5899,19	Mk.

was bei 5628 gefahrenen Nutzkilometern eine Einnahme für den Nutzkilometer von 1,20 Mk. ergiebt.

Was die Betriebskosten betrifft, so wurden dieselben bei Aufstellung des Projectes gleichzeitig mit jener Einnahme auf 3000 Thlr. jährlich veranschlagt. Thatsächlich haben die Ausgaben in den vier Betriebsmonaten des verflossenen Jahres betragen:

1. Löhne des Personals	1007	Mk.
2. Für Ablösung des Zugbegleiters	61	-
3. 1186 Ctr. Torf zu 0,48 Mk.	569	-
4. Oel zum Schmieren der Maschinen und Wagen, zur Erleuchtung etc. .	211	-
5. Geschäftskosten (Bureaubedürfnisse, Diäten etc.)	203	-
6. Löhne für Weichensteller, für Wasserpumpen in die Maschinen und Torftragen auf dieselben	353	-
7. Löhne für Güterverladen	74	-
8. Sonstige kleinere Ausgaben	368	-
Im Ganzen	2846	Mk.

Bei rund 5700 gefahrenen Zugkilometern stellen sich die Kosten für den Zugkilometer auf $\frac{2846}{5700} = 0{,}50$ Mk.

Davon entfallen

auf den Brennmaterialverbrauch der eigentlichen Fahrt 7 Kilogr. Torf zu	0,067	Mk.
für Anheizen und Rangiren 3 Kilogr. Torf zu	0,029	-
auf den Oelverbrauch	0,014	-

Da die Bahnunterhaltung bis zum 1. Januar 1877 zu Lasten des Baues beschafft ist, so sind in obiger Summe dafür Kosten nicht mit enthalten; solche werden für die Zukunft hinzukommen. Ebenso werden Reparaturkosten für Maschine und Wagen entstehen, auch kann, da die Staatsbahn mit unentgeltlicher Leistung des Dienstes auf der Station Ocholt nur in so weit eintritt, als solcher von dem früher vorhandenen Personal der Station mit wahrgenommen werden kann, dort ein Kostenaufwand eintreten.

Die Betriebskosten werden deshalb für 1877 voraussichtlich sich wie folgt stellen:

1. Löhne des bisherigen Personals wie oben für das Jahr	3120	Mk.
2. Ergänzung des Personals zu Ocholt und Ablösung des Zugbegleiters	1000	-
3. Löhne für Weichenstellen, Wasserpumpen etc. in Westerstede . . .	900	-
4. Löhne für Güterverladen	225	-
Transport	5245	Mk.

		Betrag	
	Transport	5245	Mk.
5.	Bahnerhaltung, durchschnittlich zwei Mann täglich, 600 Arbeitstage à 2 Mk.	1200	-
6.	Remuneration des Bahnmeisters	104	-
7.	4200 Ctr. Torf à 0,48 Mk.	2016	-
8.	Oel zum Schmieren und Erleuchten	750	-
9.	auf 21,000 Zugkilom. (täglich vier Züge in jeder Richtung und einige Extrazüge) Reparaturkosten der Maschinen und Wagen zu 0,075 Mk.	1575	-
10.	Geschäftsunkosten	600	-
11.	Unvorhergesehene Ausgaben	168	-
	Gesammtausgabe	11658	Mk.

Ergiebt Ausgabe für den Bahnkilometer . . . . 1665, 4 Mk.
das ist für den Zugkilometer bei vier täglichen Zügen in jeder Richtung $= 365 \times 7 \times 4 \times 2 = 20440$ . . . . 0,57 -
die Einnahme der Bahn angenommen zu . . . . 21000 -
wie das nach der bisherigen Erfahrung füglich geschehen kann, und davon abgezogen die obige Ausgabe mit . . . . 11658 -
ergiebt einen Reingewinn von 9348 Mk.

und eine Verzinsung des wirklich verwendeten Anlagecapitals von rund 182,600 Mk. zu 5,15 %.

Nimmt man an, dass der Reservefond bis auf die in Oberbaumaterial und Geräthen angelegte Summe von . . . . 9250 Mk
also die Baarsumme von . . . . 41268 -
zu $4\frac{1}{2}$ % verzinslich belegt werden kann, so erträgt derselbe an Zinsen 1857 -
Rechnet man diesen Betrag dem oben zu 9348 Mk. ermittelten Reinertrage hinzu, so reicht die daraus sich ergebende Summe von. . . . . . . 11205 -
aus, um das Nominalcapital der Gesellschaft von . . . . 223800 -
mit 5,01 % zu verzinsen.[26])

§ 14. Beschreibung ausgeführter Secundärbahnen. (Fortsetzung.)

C. Normalspurige Secundärbahnen in Oesterreich-Ungarn.

Die Oesterreichische Staatsbahn[27]) bedient zwischen Pest und Temeswar eine in landwirthschaftlicher Hinsicht von der Natur ungemein gesegnete Ebene, welche jedoch ungenügende Communicationen besitzt, so dass der Verkehr, der selbst bei guter Witterung nicht gerade bequem ist, bei Regenwetter unmöglich wird.

---

[26]) Die vorstehende Beschreibung haben wir der ausführlichen Abhandlung des Herrn Geh. Oberbauraths Buresch in der Zeitschr. d. Archit.- und Ingenieur-Vereins zu Hannover 1877 p. 251 entnommen. Wir glaubten diese Beschreibung detaillirter geben zu müssen, da die Ausführung dieser kleinen Bahn ausserordentlich wichtige Ergebnisse geliefert hat, indem sie nicht nur dem Bedürfnisse vollkommen entspricht, sondern auch die Ausführung so sorgfältig geleitet und dabei eine wohlverstandene Sparsamkeit streng durchgeführt wurde, dass ungeachtet des schwachen Verkehrs eine angemessene Verzinsung des Anlagecapitals zu erwarten steht, so dass selbst vom Baucapital noch ca. 50000 Mark erübrigt werden konnten, welche dem Reserve- und Erneuerungsfond überwiesen wurden, ein Ergebniss, welches, soviel uns bekannt, bisher noch keine Bauleitung einer anderen Secundärbahn geliefert hat.

[27]) Nach einem Aufsatze in Annales des Ponts et Chaussées 1876.

Gutes Schottermaterial ist dort sehr theuer, und dasjenige womit man die Strassen baut, versinkt förmlich, sobald es zu regnen anfängt.

Es müssen daher die Frachtgüter, während der trockenen Jahreszeit, ausschliesslich durch die Eisenbahn befördert werden, wodurch zu dieser Zeit eine Ueberhäufung entsteht, während sonst die Fahrzeuge unbeschäftigt bleiben. Aus diesem Grunde ist das Bedürfniss besserer Communicationsmittel in dieser Gegend sehr fühlbar, und obwohl man die Nützlichkeit der Localbahnen erkennt, so fehlen dem Lande die Mittel zur Ausführung. Die einzige Unterstützung, welche die Bevölkerung der Anlage von Localbahnen gewähren konnte, besteht in unentgeltlicher Abgabe des Terrains, welche denn auch erfolgt ist. Dieser günstige Umstand, sowie der hohe Preis der Verfrachtung durch Fuhrwerke, haben die Staatsbahngesellschaft veranlasst und es ihr ermöglicht, in dieser unwegsamen Gegend billige Localbahnen anzulegen. Der Frachtpreis pro Tonnenkilometer auf der Landstrasse beträgt durchschnittlich 36 bis 44 Pfg., der für die dortigen Localbahnen genehmigte Tarif dagegen, für die drei Classen nur resp. 10,8, 15,2 und 21,2 Pfennige.

Wir bemerken zugleich, dass zwar vielfach auch solche Güter zur Verfrachtung gelangen, welche zur Ausfuhr bestimmt sind, deren Preis daher höhere Tarife für diese kurzen Strecken ertragen könnte, dass jedoch die durch die Bahnen veranlasste, vermehrte landwirthschaftliche und commercielle Thätigkeit, in jenen bodenergiebigen Gegenden, einen besonders rapide steigenden Verkehr in Aussicht stellen.

Die beiden Localbahnen Valkany-Perjamos, 43,353 Meter lang, und Vojtek-Bogsan, 47367 Meter lang, sind, unter diesen Umständen, von der Oesterreichischen Staatsbahngesellschaft normalspurig angelegt worden.

Die Concession enthielt folgende begünstigende Bedingungen:

1) Für die ersten dreissig Betriebsjahre sind diese Bahnen steuerfrei.

2) Die Kronenbreite darf eine thunlichst schmale sein, und die erforderlichen Brücken dürfen, nach Ermessen der Gesellschaft, aus Holz hergestellt werden.

3) Es dürfen leichte Schienen und kurze Schwellen zur Verwendung kommen. Die Höhe des Ballastes darf vermindert werden.

4) Die Bahnhöfe und Stationen können vereinfacht werden, sowohl hinsichtlich der Bahn, als auch bezüglich der Hochbauten.

5) Die Wächterhäuser, sowie Barrièren und Einfriedigungen können zum grössten Theil wegfallen.

Dagegen ist die Einhaltung einer Maximalgeschwindigkeit von 18,75 Kilom. pro Stunde vorgeschrieben.

Im Folgenden theilen wir die Beschreibung und die detaillirten Herstellungskosten der beiden Linien Valkany-Perjamos und Vojtek-Bogsan, so wie eine vergleichende Zusammenstellung dieser Kosten nach der oben angegebenen Quelle mit.

1. Localbahn von Valkany nach Perjamos. Diese 43,358 Meter lange Localbahn wurde in der Zeit vom März 1870 bis 26. October desselben Jahres gebaut und dem Betriebe übergeben.

Die Bahn beginnt mit der Station Valkany an der Linie Temeswar-Szegedin und läuft in einem sehr günstigen Terrain gegen den Fluss Maros. Alle in der Richtungslinie befindlichen Hauptorte (Bessenova, Sz. Miklos, Szaravola, Rácz Sz. Peter und Perjamos) sind berücksichtigt, indem man die Bahn in ihre Nähe führte und neben den Orten Stationen errichtete. Bei der Tracirung hatte man ferner vermieden, die Aromka, ein Inundationsgebiet des Maros, zu überschreiten, und ist dadurch der

Umweg zwischen Szaravola und Rácz Sz. Peter motivirt. Der für die Bahn erforderliche Grund, in Summe 114,79 Hectar, ist mit Ausnahme einer geringen Fläche, welche für 2460 Mark angekauft wurde, der Staatseisenbahngesellschaft von den betreffenden Gemeinden unentgeltlich abgetreten.

Die mittlere Terrainbreite, mit Einbegriff der Stationen, beträgt $46^{m},47$.

Die Bahn ist fast horizontal. Der Höhenunterschied zwischen den beiden Endstationen beträgt $15^{m},19$ oder $0,35^{mm}$ pro Meter. Die grösste Steigung beträgt $2,5^{mm}$. Auch ist die Bahn, bis auf kleine Ausnahmen, gerade geführt. Die Länge sämmtlicher Curven beträgt nur 10 Procent der Gesammtlänge. — Auf der ganzen Bahn giebt es nur sechszehn Curven. Zehn derselben haben 1000^{m} Radius, zwei 600^{m}, zwei 500^{m} und zwei 400^{m}. Diese letzten wurden veranlasst, um Stationen besser zugänglich zu machen.

Die Querprofile sind aus Fig. 1 und 2 auf p. 15 ersichtlich. Die ganze Bahn ist grösstentheils in Auftrag gehalten, und das nöthige Material wurde unmittelbar an der Verbrauchsstelle gewonnen.

Die Erdbewegung hat 197000,13 Cubikm. oder 4,545 Cubikm. pro Meter Bahnlänge betragen.

Die Kunstbauten sind unbedeutend; dieselben beschränken sich auf sieben Ueberführungen à 2^{m}, vierzehn Wasserdurchlässe à 1^{m}, und elf Wasserdurchlässe à 60 Cubikm.

O b e r b a u. Die Schienen (Fig. 8 auf Tafel VI) wiegen 25,30 Kilogr. pro laufenden Meter. Das Gewicht einer Lasche beträgt 3,5 Kilogr., dasjenige eines Bolzens 0,40 Kilogr. und ein Hackennagel wiegt 0,31 Kilogr. Die Schwellen sind $2^{m},35$ lang, $0^{m},13$ hoch und zwischen $0^{m},22$ und $0^{m},24$ breit.

Da der Ballast in dieser Gegend theuer ist, so hat man möglichst damit gespart. Die Kronenbreite beträgt $2^{m},8$ und die Ballastdicke $0^{m},25$, so dass auf eingleisiger Bahn 0,76 Cubikm. Ballast pro Meter gebraucht werden, wenn man die Schwellen nicht rechnet. — Alle Hochbauten einschliesslich der Stationen sind in einfacher Weise, zum Theil aus Holz, hergestellt.

An den beiden Endstationen hat man zwei kleine Remisen mit Personalzimmern und Wasserstationen angelegt (Fig. 24 auf Tafel XIV). Die Station Sz. Miklos, welche ungefähr in der Mitte zwischen den Endstationen sich befindet, ist gleichfalls Wasserstation. Eine dieser einfachen Wasserstationen, welche auch auf der Linie Vojtek-Bogsan gebräuchlich sind, ist in den Figuren 11 und 12 auf Tafel X dargestellt.

L o c o m o t i v e n. Der Betrieb geschieht mittelst dreiachsiger Tenderlocomotiven, deren jede, bei der gewöhnlichen Geschwindigkeit von 15 Kilometern, einen Zug von 400 Tonnen Bruttogewicht schleppen kann. Der Preis einer Locomotive betrug 34000 Mark.

A n l a g e k o s t e n. Die Gesammtbaukosten, einschliesslich der Bauzinsen und des Preises der drei Locomotiven, betrugen 2,191,853 Mark oder pro Kilometer Bahnlänge 50621 Mark 64 Pfg.

Anlagekosten der normalspurigen Secundärbahn von Valkany nach Perjamos.

Gegenstand.	Baukosten der ganzen Linie einzeln Frcs.	Baukosten der ganzen Linie total Frcs.	Baukosten pro Kilometer einzeln Frcs.	Baukosten pro Kilometer total Frcs.
A. Allgemeine Ausgaben.				
Büreau, Personal etc.	113,205.48	113,205.48	2,610.93	2,610.93
B. Betriebs-Mobiliar.				
Bahnhofs-Mobiliar	12,154.33	12,154.33	280.33	280.33
Grundeinlösung	18,423.13	18,423.13	424.93	424.23
C. Erdarbeiten und Kunstbauten.				
Erdarbeiten	197,649.40	242,873.02	4,558.55	5,601.57
Kunstbauten	45,223.62		1,043.02	
Beschotterung	143,091.07	143,091.07	3,300.22	3,300.22
D. Oberbau.				
Schienen	996,523.48		22,983.60	
Kleinmaterial	108,801.92		2,509.37	
Schwellen und Hölzer	158,509.22		3,655.83	
Einschneiden, Legen und Transportiren	382,974.52	1,706,416.60	8,832.85	39,348.10
Kreuzungen u. Drehscheiben	38,553.86		1,111.50	
Verschiedenes	11,053.60		254.95	
E. Hochbauten u. Bahnausrüstung.				
Stationsgebäude	202,056.37		4,660.30	
Wächterhäuser, Barrièren etc.	58,549.10		1,350.38	
Telegraph, Signale etc.	21,007.12	380,265.07	484.50	8,770.35
Wasserversorgung	89,633.95		2,667,30	
Diversa	9,018.53		207,87	
F. Fahrbetriebsmittel.				
Drei neue Locomotiven	127,500.00	127,500.00	2,940.62	2,940.62
Total Summe		2,743,928.70		63,277.65

Die einzelnen Posten sind folgendermaassen zusammengesetzt:

ad B) Grundeinlösungskosten:

Gegenstand.	Betrag.
Bahnlänge	43.558^{m},00
Strassenüberführungen	8
Quadratinhalt des gekauften Terrains	1^{h},66^{a}
Quadratinhalt des unentgeltlich erhaltenen Terrains	113^{h},13^{a}
Mittlere Breite	26^{m},47
Betrag der Grundentschädigung	3,075 fr.,00
Durchschnittspreis der gekauften Hectare	1,852 fr.,50
Verschiedene Ausgaben	15,348 fr.,12
Totalausgaben	18,423 fr.,12
Durchschnittspreis pro Hectare	160 fr.,47
Durchschnittspreis pro Kilometer	425 fr.,00

ad C) Erdarbeiten und Kunstbauten:

Bezeichnung.	Ausgaben		Erdarbeiten			Kunstbauten		
	im Ganzen. Frcs.	pro Kilometer. Frcs.	Cubik im Ganzen.	Cubik pro Meter Länge.	Preis pro Cubikmeter Frcs.	Zahl.	Anzahl der Oeffnungen.	Kosten pro Meter Oeffnungen Frcs.
Erdarbeiten	197,649. 40	4,558. 55	197,060.13	4,545	1.00	—	—	—
Kunstbauten	45,223. 62	1,043. 02	—	—	—	32	36,00	1,256. 20
Total	242,873. 02	5,601. 57	197,060.13	4,545	1.00	32	36,00	1,256. 20

ad D) Oberbau:

I. Länge der Gleise.

1) Länge der durchgehenden Gleise . . . . 43,358^m,00
2) Länge der Rangirgleise in den Stationen und Anschlüssen . . . . . . 3,927^m,00
Totallänge 47,285^m,00

Länge der Gleise pro Meter $\frac{47285,00}{43358,00} = 1^m,090.$

II. Kosten des Oberbaues.

Gegenstand.	Quantität Kilogramm.	Einheitspreis Frcs.	Ausgaben-Betrag Frcs.
Für 7 Meter Länge:			
Schienen (2×7)×25,3 Kilogramm Tara	354,20	419. 12	148. 45
Laschen 4×3,5 Kilogramm	14,00	419. 12	5. 87
Bolzen 8×0,41 Kilogramm	3,28	852. 50	2. 80
Schienennägel 32×0,31 Kilogramm	9,92	549. 39	5. 45
Nicht präparirte Schwellen	8 Stück, pro St.	3. 00	24. 00
Materialkosten für 7 Meter Oberbau			186. 57
Materialkosten für den laufenden Meter			26. 67
Legen, Transport und verschiedene Nebenauslagen			8. 13
Im Ganzen			34. 80
Beschotterung			3. 02
Oberbaukosten pro laufenden Meter incl. Beschotterung			37. 82
Auslagen für Weichen, Drehscheiben und Diversa			1. 27
Totalauslagen			39. 09

Kosten eines laufenden Meters Oberbau:

Gegenstand.	Totalkosten Frcs.	Kosten pro laufend. Meter Bahn Frcs.	Kosten pro laufend. Meter Gleise Frcs.
Beschotterung	143,091.07	3.30	3.02
Oberbau	1,706,055.02	39.32	36.07
Total	1,849,146.09	42.62	39.09

ad E) Baukosten der Stationen.

Nummer.		Hochbaukosten.			Kosten der Rangirgleise, Ausrüstung etc.			Totale Auslagen
		Personen-gebäude Frcs.	Güter-schoppen etc. Frcs.	Zusammen Frcs.	Zweigleisige Weichen, Drehscheiben etc. Frcs.	Material und Mobiliar Frcs.	Zusammen Frcs.	Frcs.
1	Antheil der Bahn an der Anschlussstation in Valkany . . .	29,995.00	42,432.55	72,427.55	63,498.40	1,340.00	64,838.40	137,265.59
2	Bessenova	15,105.90	8,550.00	23,655.90	28,930.40	1,946.77	30,877.17	54,533.07
3	G. Sz. Miklos . . .	21,090.00	58,352.32	79,442.32	38,674.25	2,378.25	41,052.50	120,444.82
4	Szaravola	15,105.90	8,550.00	23,655.90	20,664.65	1,946.77	22,611.42	46,267.32
5	Sz. Peter	15,105.90	8,550.00	23,655.90	16,444.25	1,946.77	18,391.12	42,046.92
6	Perjamos	21,090.00	56,776.27	77,866.27	51,722.32	2,595.75	54,318.07	132,184.34
	Totalbetrag	117,492.70	183,211.14	300,703.84	219,934.27	12,154.31	232,088.58	532,792.42

ad E) Bahnausrüstung:

Quantum.	Gegenstand.	Betrag einzeln Frcs.	Betrag zusammen Frcs.	Kosten pro lfd. Kilom. Frcs.
	Oberbauausrüstung.			
18	Weichen (tg. 0,128)	30,233,52		
2	Drehscheiben von 4m,68 Durchmesser .	17,958,80		
	Summa: Oberbauausrüstung		48,192,32	1,111,47
	Wasserstationen.			
3	Reservoire mit rundem Boden und von 6m,5 Durchmesser	20,283,08		
3	Zweipferdige Dampfpumpen	24,188,47		
4	Wasserkrahne	4,147,80		
350m	Wasserleitungsröhren von 105mm Durchmesser	3,660,30		
	Hähne etc.	1,663,00		
3	Wasserstationsgebäude v. 64□m Grundfläche sammt Brunnen	35,691,30		
			89,633,95	2,067,30
		Totalbetrag	137,826,27	3,178,77

2. Localbahn von Vojtek nach Bogsan. Diese 47367 Meter lange, der Valkany-Perjamos ähnliche Localbahn ist am 5. Januar 1873 conzessionirt und am 5. September 1874 eröffnet worden. Die Linie zweigt in Vojtek von der Hauptbahn ab und besitzt ausserdem noch folgende Stationen: Gattaya, (Fig. 1 auf Tafel XII) Moritzfeld, Gyertenics, Zsidorin, Roman-Bogsan und Deutsch-Bogsan (Fig. 2 auf Tafel XII). In der letzteren Station geschieht der Anschluss an die Resica-Eisensteiner schmalspurige Bergwerksbahn, welche auf diese Weise mit der Hauptlinie der Gesellschaft in Verbindung gesetzt wird. Das zu dieser Localbahn nöthige Terrain ist ebenfalls zum grössten Theil unentgeltlich gegeben worden. Die kleinsten Curven der Bahn betragen nicht unter 400m Radius. Dagegen waren stärkere Steigungen, als bei der Valkany-Perjamosbahn, erforderlich. Die stärkste Steigung beträgt 8mm pro Meter.

Die Erdbewegung war ebenfalls grösser als bei der ersteren Linie, und die Kunstbauten kostspieliger und zahlreicher. So befindet sich z. B. bei Bersava eine Holzbrücke von 48^m Oeffnung im Lichten.

Anlagekosten der normalspurigen Secundärbahn von Vojtek nach Bogsan.

Gegenstand.	Baukosten der ganzen Linie einzeln Frcs.	Baukosten der ganzen Linie total Frcs.	Baukosten pro Kilometer einzeln Frcs.	Baukosten pro Kilometer total Frcs.
A. Allgemeine Ausgaben.				
Büreau, Personal etc.	298,997.60	298,997.60	6,312.37	6,312.37
B. Betriebsmobiliar.				
Bahnhofsmobiliar	23,463.20	23,463.20	495.33	495.33
Grundeinlösung	75,892.10	75,892.10	1,602.20	1,602.20
C. Erdarbeiten und Kunstbauten.				
Erdarbeiten	493,940.23	739,708,05	10,427.03	15,616.55
Kunstbauten	245,767.82		5,188.62	
Beschotterung	97,813.85	97,813.85	2,065,03	2,065.03
D. Oberbau.				
Schienen	866,637.50	1,401,205.25	18,296.22	29,581.87
Kleinmaterial	71,560.00		1,510.80	
Schwellen und Hölzer	163,806.85		3,458.25	
Einschneiden, Legen u. Transportiren	206,980.78		4,369.70	
Kreuzungen und Drehscheiben	37,732.87		796.60	
Verschiedenes	54,487.25		1,150.30	
E. Hochbauten und Bahnausrüstung.				
Stationsgebäude	251,339.22	417,453.87	5,306.20	8,813.17
Wächterhäuser, Barrièren etc.	75,468.83		1,593.27	
Telegraph, Signale etc.	23,130.20		488.32	
Wasserversorgung	63,006.77		1,330.18	
Diversa	4,508.85		95.20	
F. Fahrbetriebsmittel.				
Drei neue Locomotiven	105,768.93	105,768.93	2,232.98	2,232.98
Total Summe		3,160,302.85		66,719.50

Die einzelnen Posten sind folgendermassen zusammengesetzt:

ad B) Grundeinlösungskosten:

Gegenstand.	Betrag.
Bahnlänge	$47,367^m,00$
Strassenüberführungen	8
Quadratinhalt des gekauften Terrains	$46^h,37$
- - geschenkten -	$56^h,70$
Mittlere Breite	$21^m,76$
Betrag der Grundentschädigung	$54,289^f,45$
Durchschnittspreis der gekauften Hectare	$1,175^f,00$

Gegenstand.	Betrag.
Verschiedene Ausgaben	$21,602^f,65$
Totalausgaben	$75,892^f,10$
Durchschnittspreis pro Hectare	$736^f,30$
- " Kilometer	$1,600^f,00$

ad C) **Erdarbeiten und Kunstbauten:**

Bezeichnung.	Ausgaben.		Erdarbeiten			Kunstbauten		
	im Ganzen Frcs.	pro Kilometer Frcs.	Cubik im Ganzen	Cubik pro Meter.	Preis pro Cubikmeter Frcs.	Zahl.	Summa der Oeffnungen.	Kosten pro Meter Oeffnungen. Frcs.
Erdarbeiten	493,940. 23	10,427. 95	374,680. 51	7,73	1,32	—	—	—
Kunstbauten	245,767. 82	5,188. 57	—	—	—	81	196,6	1,250. 07
Total	739,708. 05	15,616. 52	374,680. 51	7,73	1,32	81	196,6	1,250. 07

ab D) **Oberbau:**

I. Länge der Gleise.

1. Länge der durchgehenden Gleise	$47,367^m,00$
2. Länge der Rangirgleise in den Stationen und anschliessend	$5,167^m,00$
Totallänge	$52,534^m,00$

Länge der Gleise pro Meter $\frac{52534}{46367} = 1^m,109$.

II. Kosten des Oberbaues.

Gegenstand.	Quantität Kilogramm.	Einheitspreis Frcs.	Betrag Frcs.
Für 7 Meter Länge:			
Schienen $(2 \times 7) \times 25,3$ Kilogr. pro Tonne	354,20	315,00	111,57
Laschen $4 \times 3,5$ Kilogr.	14,00	315,00	4,41
Bolzen $8 \times 0,41$ Kilogr.	3,28	600,00	1,97
Schienennägel $32 \times 0,31$ Kilogr.	9,92	500,00	4,96
Nicht präparirte Schwellen pro Stück	8 Stück	3,07	24,56
Materialkosten pro 7 Meter Oberbau			147,47
Materialkosten pro laufenden Meter			21,02
Legen, Transport und verschiedene Nebenausgaben			3,90
Im Ganzen			24,92
Beschotterung			1,85
Oberbaukosten pro laufenden Meter incl. Beschotterung			26,77
Auslagen für Weichen, Drehscheiben und Diversa			1,75
Totalauslagen			28,52

III. Kosten eines laufenden Meters Oberbau.

Gegenstand.	Totalkosten Frcs.	Kosten pro laufenden Meter Bahn Frcs.	Kosten pro laufenden Meter Gleise Frcs.
Beschotterung	97,813,85	2,07	1,85
Oberbau	1,401,205,25	29,58	26,67
Total	1,499,019,10	31,65	28,52

ad E) Anlagekosten der Stationen:

	Hochbaukosten.			Kosten der Rangirgleise, Ausrüstung etc.			Totale Auslagen
	Personengebäude	Güterschoppen etc.	Zusammen	Zweigleisige Weichen, Drehscheiben etc.	Material und Mobiliar	Zusammen	
	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.	Frcs.
ntheil der Bahn an ler Anschlussstation n Vojtek	24,706. 55	44,656. 94	69,363. 49	50,855. 17	2,884. 68	53,739. 85	123,103. 34
attaja	20,163. 03	32,951. 52	53,114. 55	23,170. 58	2,871. 25	26,041. 83	79,156. 38
oritzfeld	20,163. 02	10,492. 77	30,655. 79	22,486. 65	2,893. 42	25,380. 07	56,035. 86
ertenyes	20,163. 02	10,492. 77	30,655. 79	21,044. 37	2,893. 42	23,937. 79	54,593. 58
sidorin	20,163. 02	10,492. 77	30,655. 79	22,821. 47	2,893. 42	25,714. 89	56,310. 68
oman-Bogsan . .	20,163. 02	10,492. 77	30,655. 79	22,023. 07	2,893. 42	24,916. 49	55,572. 28
eutsch-Bogsan . .	20,163. 02	53,590. 60	73,753. 62	81,749. 92	6,133. 57	87,883. 49	161,637. 11
Totalbetrag	145,684. 68	173,170. 14	308,854. 82	244,151. 23	23,463. 18	267,614	586,409. 23

ad E) Bahnausrüstung:

antum.	Gegenstand.	Betrag einzeln Frcs.	Betrag zusammen Frcs.	Kosten pro lfd. Kilom. Frcs.
	Oberbauausrüstung.			
29	Weichen (tg. 0,128)	27,521.75		
1	Drehscheibe von 4^m,68 Durchmesser .	10,211.13	37,732.88	796.60
	Wasserstationen.			
3	Reservoirs mit rundem Boden und von 6^m,5 Durchmesser	11,808.32		
1	Zweipferdige Dampfpumpe	8,687.65		
2	Wasserkrahne	2,970.07		
500^m	Wasserleitungsrohre v. 105^{mm} Durchm.	4,308.00		
		5,833.98		
	Hähne etc.	1,311.25		
3	Wasserstationsgebäude	28,087.50	63,006.77	1,330.17
		Totalbetrag	100,739.65	2,126.77

rgleichungs-Tabelle der Gesammtkosten und pro Kilometer der beiden Linien Valkany-Perjamos und Vojtek-Bogsan.

apitel.	Bezeichnung der Gegenstände.	Valkany-Perjamos 43 Kilom. 358 Meter		Vojtek-Bogsan 47 Kilom. 367 Meter	
		Ausführungskosten			
		Total Frcs.	pro Kilometer Frcs.	Total Frcs.	pro Kilometer Frcs.
28	Directions- und Bureauauslagen .	58,500. 89	1,349. 25	163,050. 55	3,442. 27
29	Grundentschädigungen, Gehalte .	18,423. 13	424. 90	75,892. 10	1,602. 20
30	Erdarbeiten mit Einbegriff der Bahnhöfe.	191,399. 40	4,414. 40	488,616. 35	10,315. 55
31	Kunstbauten	43,973. 72	1,014. 20	244,106. 80	5,153. 52
32	Oberbau und Beschotterung . . .	1,797,896. 10	41,466. 30	1,448,163. 92	30,573. 27
33	Hochbauten	181,074. 90	4,176. 27	225,074. 00	4,781. 76
	Wasserstationen und Zubehör . .	89,633. 95	2,167. 30	63,106. 77	1,330. 18
	Transport	2,380,902. 04	55,012. 62	2,708,010. 49	57,198. 75

sonst, weshalb die mittlere Breite auch grösser ausfällt. Der grössere Kubikinhalt der Erdarbeiten bei der Bahn von Vojtek nach Bogsan rührt davon her, dass das Terrain dieser Bahn hügeliger ist als dasjenige von Valkany nach Perjamos. Auch der Einheitspreis hatte sich bei der ersteren etwas höher gestellt, indem die mittlere Transportweite etwas beträchtlicher war und weil ein besonderes Transportmaterial angeschafft werden musste. — Der Preis eines laufenden Meters Oberbau beträgt bei der Linie Valkany-Perjamos 42 fr. 62 und bei der anderen 31 fr. 65. Bei dieser konnte man eine bedeutende Preisreduction für die Schienen erzielen und hat durch Eröffnung einer Kiesgrube in Bogsan einen billigen Ballast sich verschaffen können.

3. Tót-Megyer-Surany. Die österreichische Staatseisenbahngesellschaft hatte ausserdem die Fabriksbahn von Tót-Megyer nach Surany für 189,631 fl. angekauft und für den öffentlichen Verkehr als normalspurige secundäre Bahn eröffnet und erhielt auch die Concession zur Fortsetzung dieser Bahn nach Neutra. Die Bestimmungen der Concessionsurkunde gleichen fast ganz denjenigen für die oben beschriebenen Linien und sind insofern noch etwas günstiger, als sie das Maximalsteigungsverhältniss mit 1 : 100, den kleinsten Krümmunghalbmesser mit 300 Meter und die grösste Belastung der Locomotivachsen mit 172 Ctr. festsetzen. Ein zweites Gleis ist dann herzustellen, wenn die Bruttoeinnahme fl. 100,000 per Meile übersteigt; doch können die Concessionäre hierzu nur in den ersten 70 Betriebsjahren angehalten werden. Die Schienen wiegen 15 Pfund pro laufenden Fuss (26,6 Kilogr. pro laufenden Meter), und weil die Bahn später zu einer durchgehenden wird, ist sie eigentlich weniger als secundäre Bahn zu betrachten.

4. Arad-Körösthaler Bahn. In Ungarn giebt es noch eine andere Secundärbahn mit normaler Spur, welche wir hier anführen wollen. Es ist das die Arad-Körösthalbahn, welche den Zweck hat, dem Handelsverkehr zwischen Arad und den benachbarten Comitaten ein billiges und verlässliches Verkehrsmittel zu bieten, die reichen Steinkohlen- und Erzlager, sowie die ausgedehnten Wälder dieser Gegend dem Markte zu erschliessen.

Der Bau ist sehr einfach ausgeführt. Die Meile soll auf rund fl. 155,000 (ca. 35,400 Mk. pro Kilom.) zu stehen kommen, und es verspricht sich die Regierung von dieser Art Bauführung eine gründliche Reform der bisherigen kostspieligen Art des Bahnbaues in Ungarn. Die Bahn besteht aus den Strecken Arad-Borosjenö (ca. 62,600 Meter lang) und Borosjenö-Józsashely (ca. 48,000 Meter lang), wovon die erstere jetzt eben vollendet ist und bald in Betrieb kommen soll.

Die Bahn ist eingleisig bewilligt worden, jedoch, wie die vorhin beschriebene, unter der Bedingung, dass, wenn das jährliche Bruttoerträgniss 100,000 fl. übersteigen sollte, ein zweites Gleis hergestellt werden muss. Diese Bedingung ist nur für die ersten 70 Jahre der Concessionsdauer bindend. Während der letzten 20 Jahre ist die Gesellschaft zur Herstellung des zweiten Gleises nur gegen eine, seitens des Staates zu leistende, vertragsmässig zu bestimmende Entschädigung verpflichtet. — Das Maximalsteigungsverhältniss ist mit 1 : 100, der kleinste Krümmungshalbmesser mit 300^m festgesetzt. Die Kronenbreite des Bahnkörpers muss dort, wo die Schienen auf den Schwellen ruhen, $3^m,3$ betragen. Die Schotterbettung ist unterhalb des Schienenfusses in einer Stärke von $0^m,25$, und in der Höhe des Schienenfusses in einer Breite von $2^m,8$ anzuschütten. Die Kunstbauten können ohne Ausnahme auch aus Holz hergestellt werden. Die Schienen dürfen nicht weniger als 18 Kilogr. pro laufenden Meter wiegen, und der Oberbau muss mindestens einem Achsendruck von 4000 Kilogr. entsprechen. Zulässig (?) ist auch der schwebende Schienenstoss etc. — und alle diejenigen

Bauerleichterungen, welche sonst bei secundären Bahnen üblich sind. Jedoch ist eine Betriebstelegraphenleitung vorgeschrieben. Die Wahl der Betriebsmittel ist den Concessionären anheimgestellt. Das Maximalgewicht der Locomotive ist auf 8000 Kilogr. festgesetzt, und die Anwendung von Locomotiven mit zwei Achsen gestattet. Sobald der Verkehr mit der concessionirten Linie derart zugenommen hat, dass sich die Einführung des Nachtdienstes als wünschenswerth erweisen sollte, sind die Concessionäre verpflichtet, die Aufnahmslocalitäten, die Signale, die Bahnaufsicht und, hinsichtlich aller zum Behufe der Erhaltung eines regelmässigen Betriebes nothwendigen sonstigen Einrichtungen, die Bahn nach Art der Hauptbahnen zu ergänzen. Hinsichtlich der Dauer dieser Verpflichtung gelten dieselben Bestimmungen wie für die Herstellung eines zweiten Gleises.

Der Maximalfahrsatz für eine Person soll betragen:

in der I. Classe 36 kr. Silber pro Meile
- - II. - 27 - - - -
- - III. - 18 - - - -

Die Waggons I. und II. Classe sind derart einzurichten, wie die Waggons II. Classe auf den Bahnen ersten Ranges. Für die III. Classe sind ebenfalls solche Waggons zu verwenden, wie die Waggons IV. Classe auf den Staatsbahnen sind, jedoch müssen dieselben mit Bänken versehen werden. Bei dem Gepäck ist das 25 Kilogr. übersteigende Mehrgewicht nach Gewichtsätzen von 10 Kilogr. bzw. von 5 Kilogr. bei Eilgut abzurunden und ist für je 50 Kilogr. der doppelte Betrag der Frachtgebühr III. Classe zu berechnen.

Für den Gütertransport sind folgende Maximaltaxen bestimmt (in Silber):

I. Classe 2,5 kr. pro Centnermeile (10 Pfg. pro Tonnenkilom.)
II. - 3,5 - - - (14 - - -)
III. - 4,5 - - - (18 - - -)
und schliesslich 2 - - - (8 - - -)

für volle Wagenladungen von Kohlen, Salz, Brenn- und Bauholz, Dünger, Steinen und Ziegeln. — Bei Frachten darf ausser den Frachtgebühren für jede 50 Kilogr. eine entsprechende Manipulationsgebühr erhoben werden, deren Höhe von der Regierung auf Grund einer gemeinsamen Vereinbarung bestimmt werden wird. — Sobald das Erträgniss der Bahn auf 8 % des Investitionscapitals steigt, soll die Regierung berechtigt sein, den Preistarif nach Einvernehmung der Conessionäre entsprechend herabzusetzen. — Die Bahn geniesst eine 30jährige Steuerfreiheit. Die Dauer der Concession ist 90 Jahre. — Es sind verschiedene Erleichterungen im Betrieb eingeräumt worden. Die Begehung der Bahn durch das Aufsichtspersonal braucht vorläufig nur einmal im Tage stattzufinden; Langhölzer dürfen auch mit gemischten Zügen befördert werden.

Die Fahrgeschwindigkeit der Züge soll in der Regel zwei, höchstens aber drei Meilen in der Stunde betragen. Die Billetausgabe kann in den Zügen selbst erfolgen.

Den Betrieb soll die Theissbahn übernehmen.

5. Projectirte normalspurige Bahnen in Oestreich-Ungarn. — Bozen-Meraner Bahn. Ausserdem giebt es eine Menge Projecte in Oesterreich, welche normalspurigen Secundärbahnen gelten, deren Ausführung aber mehr oder weniger durch die ungünstige Gegenwart unmöglich gemacht wird. Deshalb führen wir nur einige an, welche gesichert zu sein scheinen.

Die Oesterreichische Regierung hatte |Concessionen für die normalspurigen Secundärbahnen Ebersdorf-Würbenthal, Mürzzuschlag-Neuberg, Unterstrau-

burg-Wolfsberg und Kriegsdorf-Römerstadt für Rechnung des Staats erwirkt. Die Schmalspur ist vom Abgeordnetenhause abgelehnt worden.[28])

Eines der interessantesten Projecte, welche im Jahre 1876 Concession erhielten, ist die Bozen-Meraner Bahn in Tyrol. Diese Bahn schliesst sich in Bozen auf die österreichische Südbahn an und ist bestimmt, diese Station mit dem Curort Meran, welcher jetzt schon über 7000 Besucher jährlich aufzuweisen hat, zu verbinden, den Verkehr des reichen Etschthales zu fördern und die Regulirung der Etsch zu ermöglichen. Durch die Wichtigkeit dieser Verbindung wurde schon im Jahre 1872 ein concessionirtes Consortium (Putzer-Reibegg, Weinhart und Baurath Baron Schwarz) zu Stande gebracht, dessen Project, welches eine in der Art der Hauptbahnen angelegte Verbindung bezweckt, wegen der hohen Anlagekosten nicht zu Stande kommen konnte.

In Folge dessen bildete sich ein neues Consortium, welches eine Secundärbahn mit Benutzung der vorhandenen Flussdämme bezweckte und den Bahnbau zugleich mit der Etschregulirung zu verbinden wusste.[29])

Nach genauen Ermittlungen ergab sich die jährliche Roheinnahme, nach dem jetzigen Verkehr und nach den dortigen Frachtsätzen der österreichischen Südbahn berechnet, zu 230,741 fl. Oe. W., während die Betriebskosten einer Secundärbahn zu 80,700 fl. Oe. W. geschätzt wurden, so dass der Ueberschuss ein Anlagecapital von 2,500,000 fl. mit 6 % verzinsen würde.

Folgende Vergleichung der beiden Projecte zeigt den Nutzen, welchen secundäre Bahnen gegenüber Hauptbahnen in manchen Fällen bringen können, in auffallender Weise.

Titel.	Project. Baron Schwarz.	Project. Secundärbahn.
Grösste Steigung	$^1/_{100}$	$^1/_{140}$
Länge	30,0 Kilom.	29,5 Kilom.
Benutzbare alte Dämme in Procenten der Gesammtlänge	6 %	35 %
Kunstbauten	165 Stück	17 Stück
Wegeübergänge	98 -	19 -
Beiträge der Adjacenten:		
a) Grunderwerbung und alte Dämme	— fl.	83 %, im Werthe von 313,180 fl.

[28]) Die Ebersdorferbahn soll sich in Würbenthal an die Mähr. Schlesische Centralbahn anschliessen. Als Minimalradius ist 150 Meter festgesetzt; die Kronenbreite beträgt 4 Meter; das Maximalgewicht der Schienen soll 28 Kilogr. und die Zuggeschwindigkeit darf höchstens 15 Kilom. betragen. Nach weiteren Bestimmungen wird die Regierung beauftragt, nicht nur beim Baue alle thunlichen Erleichterungen zur Anwendung zu bringen, sondern auch in Bezug auf den Betrieb von allen in der Eisenbahnbetriebsordnung vom 16. Nov. 1851 und den einschlägigen Nachtragsbestimmungen vorgeschriebenen Sicherheitsvorkehrungen insoweit Umgang zu nehmen, als dies mit Rücksicht auf die ermässigte Fahrgeschwindigkeit zulässig erscheint.

Die Bahn von Mürzzuschlag im Anschluss an die Südbahn nach Neuberg erhielt einen Specialcredit von 250,000 Gulden; die Bahn von Unterdrauburg nach Wolfsberg, ebenfalls in Anschluss auf die Südbahn, erhielt 300,000 Gulden und diejenige von Kriegsdorf im Anschluss auf die Mähr. Schlesische Centralbahn einen solchen von 300,000 Gulden Ö.-W. vom Staate. Letztere soll im August 1878 vollendet sein, ist 13,8 Kilometer lang, hat zwei Zwischenstationen (Friedland und Gross-Stohl), Minimalradien von 150^m und Maximalsteigungen von 13,8 ‰. Im Uebrigen sind die technischen Bedingungen denen der Ebersdorferbahn ähnlich.

[29]) Unsere Beschreibung verdanken wir den Mittheilungen des Ingenieurs Herrn H. Böhm.

Titel.	Project. Baron Schwarz.	Secundärbahn.
b) Steinbrüche, Schwellen und sonstige Naturschenkungen	— fl.	Im Werthe von 33,000 fl.
c) Baarsubvention (wozu später noch 1,000,000 Staatsvorschuss hinzukam)	— fl.	144,250 fl.
Beiträge zusammen	— fl.	490,430 fl.
Baukosten	5,000,000 fl.	2,060,000 fl.

Ueber die Benutzung der bestehenden Uferbauten entnehmen wir den gedruckten Mittheilungen des neuen Consortiums folgende Stellen:

Von Bozen ab ist der Eisack gegen die Ausbrüche des Hochwassers durch hohe Dämme geschützt, welche, an der Krone 4—5m breit, sich an eine kräftig construirte Stützmauer anlehnen und gegen die Landseite $^5/_4$ bis $1^1/_2$ malig geböscht sind.

Ebenso wurden bereits unter Kaiser Josef II. solide Dammbauten hergestellt, welche sich von der Eisackmündung bis Siebeneich längs der Etsch hinziehen, eine Kronenbreite von 2 österreichischen Klaftern besitzen und gegen die Wasserseite $1^1/_2$ bis 2 malig, gegen die Landseite $^5/_4$ malig geböscht sind. Gegenüber Terlan befindet sich ein ähnlicher kleiner Damm. Die Gemeinde Marling besitzt einen 2600m langen Damm, der den Charakter eines monumentalen Bauwerkes besitzt.

Durch die Abtretung dieser alten sehr gut consolidirten Uferbauten hatte die Gesellschaft mehr als den dritten Theil des ganzen Unterbaues geschenkt bekommen.

Die Ersparnisse welche man bei dem Betrieb zu machen beabsichtigt, sind in unserer Quelle wie folgt angeführt:

1) Von den wenigen Uebergängen, welche überhaupt eine Bewachung erfordern, sollen einige durch Functionäre, die bereits an Ort und Stelle sind, bewacht werden.

2) Das nöthige Wasser soll die Etsch selbst liefern. Ein kleines Wasserrad, mit einem Paternosterwerk in Verbindung, schöpft das Wasser in ein Gerinne, von wo es in das Wasserreservoir der nächst dem Flusse liegenden Station fliesst. Dasselbe besteht aus einem gewöhnlichen, in der entsprechenden Höhe auf vier Pilotten sitzenden Holzbottich. Bei der ausserordentlichen Milde des Meraner Klimas ist diese Anordnung vollständig entsprechend.

3) Die Personenbilletcasse soll wegfallen und die Billets wie Briefmarken zu kaufen sein.

4) Stationen mit beschränktem Tagesdienst sollen errichtet werden.

5) Zwei Wagenclassen sollen eingerichtet werden.

6) Es sollen zweistöckige Personenwagen zu 50 Plätzen eingerichtet werden.

Mit Rücksicht auf den secundären Charakter der Bahn und die als Maximalgeschwindigkeit bezeichnete Fahrgeschwindigkeit von 15 Kilom. pro Stunde wurden seitens der Behörden folgende Erleichterungen zugestanden:

Maximalsteigungen von 10 ‰, und Minimalradien von 190 Meter. Geringere Radien hat man wegen des Ueberganges der Südbahnwagen nicht gestattet.

Die Breite des Unterbauplanums soll 5m,20, die des Schotterbettes in der Höhe der Schienen, 3 Meter betragen. Bei Benutzung der alten vollkommen consolidirten Dämme welche eine Kronenbreite von 3m,80 besitzen, und bei den zum Zwecke der Etschregulirung zu errichtenden und theilweise auch zu Bahnzwecken verwendeten

Hochwasserdämmen, welche eine Kronenbreite von 5^m zu erhalten haben, wird von einer Verbreiterung des Dammes auf $5^m,20$ abgesehen.

Die Höhe des Schotterdammes wird (mit Ausnahme des ganz aus Schotter bestehenden Unterbaues) $0^m.3$ betragen.

Das Schienengewicht soll 24 Kilogr. für Stahl und 30 Kilogr. für Eisen pro laufenden Meter betragen.

Brücken unter 8 Meter Spannweite dürfen aus Holz hergestellt werden.

Die Stationen sollen in keiner stärkeren Bahnneigung als 1 : 400 und in keinem schärferen Bogen als solchen von 300 Meter Radius und mit Rücksicht auf deren eventuelle Erweiterung angelegt werden.

D. Schmalspurige Secundärbahnen in Oesterreich-Ungarn.

Unter die ältesten öffentlichen Schmalspurbahnen in Mitteleuropa gehören jedenfalls die Bahnen Linz-Budweis und Lambach-Gmunden, welche beide ursprünglich als Pferdebahnen von $1^m,106$ Spurweite angelegt worden sind. Die erstere ist in den letzten Jahren in eine normalspurige Locomotivbahn umgewandelt worden und hat als schmalspurige Pferdebahn nunmehr nur ein historisches Interesse.

6. Die Lambach-Gmundner Bahn, welche jetzt, sammt ihrer Fortsetzung von Lambach nach Breitenschützing, der Kaiserin Elisabethbahn gehört, besitzt zwischen Lambach und Gmunden eine Länge von 28,22 Kilom., und eine Spurweite von $1^m,106 = 3' 6''$ österr., und ist ein Theil der früheren bereits 1836 eröffneten Linz-Gmundner Pferdeeisenbahn. Der Umbau in eine Locomotivbahn erfolgte im Jahre 1855. In den letzten Jahren kam noch eine 534 Meter lange Zweigbahn von Traundorf an den Traunsee hinzu.

Die Bahnlinie führt von Lambach im Traunthal (Ober-Oesterreich) über die Stationen Roitham und Laakirchen nach Gmunden am Traunsee. Die Hauptfracht in der Richtung nach Gmunden besteht in der Braunkohle aus dem Wolfsegger Revier, welche in der Station Breitenschützing der normalspurigen Hauptbahn (Linz-Salzburg) zur Aufgabe gelangt.

Grössere Bauwerke kommen ausser der hölzernen Traunbrücke bei Lambach, welche eine Länge von 106 Meter mit 7 Mitteljochen hat, nicht vor.

Die Bahn ist eingleisig und hat eine Kronenbreite von $3^m,79$. Die Maximalsteigungen betragen 1 : 80 und 1 : 100, und nur auf eine kurze Strecke von 225 Meter kommt zwischen Engelhof und Gmunden eine Steigung von 1 : 29 vor. Der Minimalradius der Curven ist 150 Meter.

Zum Oberbau ist eine breitbasige Schiene von 68^{mm} Höhe, $39,5^{mm}$ Kopfbreite, $65,9^{mm}$ Fussbreite und $12,1^{mm}$ Stegdicke verwendet; dieselbe wiegt 14,17 Kilogr. pro laufenden Meter. Die zum Stoss verwendeten vierlöcherigen Laschen haben 237^{mm} Länge, 41^{mm} Höhe, und 11^{mm} Dicke, sowie 0,7 Kilogr. Gewicht pro Stück, Fig. 15 auf Tafel VI giebt eine Ansicht des Schienenprofils und der Laschenverbindung. Die Laschenbolzen sind $15,4^{mm}$ stark und wiegen mit Muttern 0,19 Kilogr. pro Stück. Unter jedem Stoss befindet sich eine schmiedeeiserne Unterlagsplatte von 158^{mm} Länge, 132^{mm} Breite und $6,6^{mm}$ Dicke; dieselbe wiegt pro Stück 1,19 Kilogr. Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen geschieht mittelst 13^{mm} starker, 140^{mm} langer Hakennägel, im Gewicht von 0,19 Kilogr. pro Stück; in jeder Stossverbindung sind vier Stück und an den mittleren Befestigungsstellen je zwei Stück angebracht. Auf jede Schienenlänge von $5^m,68$ kommen 6 Schwellen, die zu beiden Seiten des Stosses $0^m,79$ und im Uebrigen $1^m,027$ von einander entfernt liegen. Die föhrenen und fich-

tenen Schwellen haben 2m,21 Länge und 158mm Dicke; am Stoss sind dieselben 0m,26 breit, und die Mittelschwellen haben eine Breite von 0m,21 bis 0m,24.

Die frühere Pferdebahn Lambach-Gmunden wurde von der ersten österreichischen Eisenbahngesellschaft für die Summe von 1,981,300 Mark durch die Kaiserin Elisabethbahn erworben. Die Kosten des Umbaues in eine Locomotivbahn können nicht angegeben werden, da diese mit den Kosten der Hauptbahn zusammen bestritten wurden.

An Betriebsmitteln sind auf dieser Zweigbahn vorhanden: 14 Tenderlocomotiven, 27 vierrädrige Personenwagen mit 479 Sitzplätzen, 10 vierrädrige Gepäckwagen von 300 Ctr. Ladefähigkeit, 323 vierrädrige offene, 64 vierrädrige bedeckte, 1 sechsrädriger und 8 achträdrige offene, zusammen 366 Güterwagen mit einer Ladefähigkeit von 967,5 Tonnen, 2 Schneepflüge und 2 Draisinen.

Die Personenwagen haben einen Radstand von 1m,73, die Lastwagen von 1m,42; die neueren Lastwagen gleichfalls von 1m,73; die Räder derselben werden aber leicht lose. Die Lastwagenkasten haben im Lichten eine Breite von 1m,73 und 3m,47 bis 3m,79 Länge.

Die grösste zulässige Nettobelastung einer Güterwagenachse der Lambach-Gmundner Zweigbahn beträgt 1,25 Tonnen, und deren Durchmesser in der Nabe 75mm.

Von den 14 vorhandenen Locomotiven sind 10 Personenzugmaschinen mit zwei Paar gekuppelten Rädern und mit einem vierrädrigen beweglichen Vordergestell, und vier Stück Lastzuglocomotiven mit drei Paar gekuppelten Rädern und mit zwei zweirädrigen beweglichen Radgestellen, wovon eins vorn und das andere hinten sich befindet. Der Raddruck beträgt bei den ersteren 1,68 Tonnen und bei den letzteren 1,96 Tonnen.

Diese Locomotiven sind auf Tafel XX u. XXI Fig. 1 u. 2 abgebildet und auf p. 36 beschrieben worden.

Wie oben bemerkt wurde, hatte man die alte Bahnstrecke in den letzten Jahren um die 534 Meter lange Abzweigung bis zum Traunsee verlängert, wodurch dem Uebelstande, dass die Frachten mitten in der Stadt Gmunden abgeladen und dann zwischen den Salinengebäuden hindurch zur Weiterbeförderung an den See gebracht werden mussten, abgeholfen ist. Jetzt werden die Frachten nicht mehr durch diese der Stadt Gmunden gehörenden Salinengebäude gefördert, sondern gelangen auf der besagten Zweigbahn zum See. Die Kosten dieser Zweigbahn betragen ca. 400,000 Mk.

Wie ebenfalls oben erwähnt wurde, bildet die Braunkohle des Wolfsegger Reviers, welche in der Station Breitenschützing[30]) der normalspurigen Hauptbahn zur Aufgabe gelangt, die Hauptfracht der Bahn. Auf der Hauptbahn wurde die Kohle von Breitenschützing bis Lambach — 1 Meile weit — befördert, dort umgeladen und dann auf der Gmundner Bahn, 4 Meilen nach Gmunden oder selbst nur $2^1/_2$ Meile nach der Station Eichberg transportirt.

Der Umladezwang und was damit verbunden ist: Umladespesen, Verzögerung der Spedition, grösseres Calo etc. war bei der hier verhältnissmässig kurzen Transportdifferenz um so empfindlicher.

Nachdem nun die Saline in Ebensee die Productionsweise mit Brennholz ganz aufgehoben hatte und Braunkohle consumirt, so erreichte der Transport der Kohle in dieser Richtung 1 Million Ctr. pro Jahr.

---

[30]) Die schmalspurige Strecke Lambach-Breitenschützing ist hier nach der Zeitschr. des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins 1871, p. 343 angeführt.

Die Umladung dieser Fracht entfällt nun in Folge der Fortsetzung der Schmalbahn auf der normalspurigen Hauptbahn — von Lambach bis Breitenschützing. — Ein dritter Schienenstrang wurde hier so eingelegt, dass die Kohlenzüge der Gmundener Bahn direct von, bzw. bis Breitenschützing verkehren.

Die Anlage selbst ist in äusserst einfacher Weise ausgeführt. Der schmalspurige Schienenstrang ist aus lauter alten Schienenstücken von 15′, 12′ und 9′ Länge hergestellt; die Stösse sind zum Theil auf den Schwellen, zum Theil frei schwebend; auf eine genaue Eintheilung brauchte bei dem geringen Drucke, der bei keinem Fahrzeuge 40 Centner pro Rad erreicht, und bei der geringeren Fahrgeschwindigkeit nicht Rücksicht genommen zu werden.

Bei der Abzweichung in Lambach war eine gewöhnliche Kreuzung zu 5⁰, und eine halbe Weiche mit nur einer Zungenschiene erforderlich. Etwas anders stellt sich die Sache bei der Abzweigung in Breitenschützing, wo bei der geringen Differenz zwischen den beiden Schienensträngen von nur 330^{mm} eine Kreuzung mit Herzstück in der gebräuchlichen Form nicht mehr gut anzubringen war. Es wurde hier abgeholfen durch die Anlage von zwei halben Weichen, deren Zungenschienen so gekuppelt sind, dass mit dem einen Ausrückständer immer beide zugleich in die gewünschte Stellung kommen. Für gewöhnlich sind sämmtliche in der Hauptbahn liegende halbe Weichen auf die breite Spur der Hauptbahn gerichtet, und obwohl in Lambach wie in Breitenschützing der betreffende Weichenwärter unmittelbar zunächst diesen Weichen postirt ist, auch die gewöhnliche Sperrvorrichtung angebracht.

Die Anlage soll sich vollkommen bewährt haben. Die Kosten der Gesammtherstellung, einschliesslich der neuen Gleisanlagen in der Station Breitenschützing betrugen 69,600 Mark.

Bezüglich des Umfanges des Verkehrs führen wir an, dass auf der Lambach-Gmundener Bahn befördert wurden:

Im Jahre 1875: 105,756 Reisende und 150,567 Tonnen Güter
- - 1874: 116,174 - - 128,738 - - .

7. Schemnitzer Montanbahn.[31]) Diese Bahn von 1^{m} Spurweite zweigt vom Bahnhof der k. k. ungarischen Nordbahn Gran-Breznitz ab (Cote 263^{m}), übersetzt oberhalb dieses Stationsplatzes den Granfluss vermittelst einer auf gemauerten Widerlagern in Holzjochen liegenden, in eisernen Schuhen abgebundenen Holzbrücke von 80^{m} Lichtweite. — Von hier an zieht sich die Trace weitere 2 Kilom. östlich am linken Granufer beim Dorfe Gran-Breznitz vorübergehend fort und erreicht das gegen Schemnitz führende Jaszeniczathal.

Bisher variiren die Gefällsverhältnisse zwischen $\frac{1}{\infty}$ und 8‰.

Am rechten Ufer des Jaszeniczabaches sich fortschlängelnd, wurde die Linie 2 Kilom. vor dem Dorfe Kozelník, welches das ganze Thal absperrt, durch Einschalten einer Rampe von 20‰ Steigung an die Lehne gelegt, wodurch ermöglicht wurde, das Dorf Kozelník zu umfahren. Mittelst einer 1 Kilom. langen horizontalen Strecke erreicht die Bahn nachher die Thalsohle und dann die Station Dilln mit Steigungen, welche zwischen 12‰ und 18‰ variiren.

Station Dilln liegt 14,5 Kilom. von Gran-Breznitz entfernt und wurde zum Wassernehmen eingerichtet, indem die Bahn von dort 7,5 Kilom. lang mit 20‰ steigt.

In 142 Meter Höhe findet sich zwischen Dilln und Schemnitz die Wasserscheide,

[31]) Nach der Zeitschr. des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins 1873 u. 1874.

welche die Bahn mittelst mehrfacher Thalübersetzungen erreicht. Von der Wasserscheide aus (Cote 562^m) entwickelt sich die Linie in einer Länge von 1,2 Kilom. im Gefälle von $20\,^0/_{00}$ bis zum Stationsplatze Schemnitz, welcher in $2{,}5\,^0/_{00}$ Gefälle angelegt ist und die mittlere Höhenlage von $540^m{,}5$ hat.

Die Kronenbreite wurde in der Unterbauhöhe auf $3^m{,}2$ festgestellt und in Curven an der Aussenseite so wie auf hohen Dämmen entsprechend erweitert.

Die Beschotterung ist zwischen Unterbau und Schwellenunterkante $0^m{,}13$ hoch.

Oberbau. Die Schienen sind 80^{mm} hoch, haben 70^{mm} Fussbreite und wiegen 15 Kilogr. pro laufenden Meter. An den festen Stössen sind Stossplatten und Laschen angewendet. Mittelplatten sind nicht verwendet. Die Schienenneigung ist $^1/_{16}$. Die Schwellen sind $1^m{,}7$ lang, $0^m{,}12$ hoch und die Mittelschwellen $0^m{,}10$ oben, $0^m{,}18$ unten, die Stossschwellen $0^m{,}18$ oben, $0^m{,}24$ unten breit.

Die Bögen sind, mit geringen Ausnahmen, mit Uebergangscurven in der Weise eingelegt, dass der Radius der schärfsten an die Gerade sich anschliesenden Curve 300 Meter beträgt; an diese schliesst sich ein entsprechendes Stück von 150 Meter Radius, und dann erst folgt die eigentliche schärfere Curve.

Desgleichen ist in allen Curven für entsprechende Erweiterung der Spur und für Erhöhung des äusseren Schienenstranges gesorgt. Die Neigung der Schienen beträgt $^1/_{16}$.

Hochbau. Mit Rücksicht auf den Umstand, dass der Betrieb für Personenverkehr eingerichtet wird, konnten die Hochbauten nicht auf jenes Minimum reducirt werden, welches bei Secundärbahnen erwünscht ist, und betragen die Hochbauten nebst mechanischer Einrichtung 10 % der Gesammtauslagen. In der Nähe der Ortschaften Dilln und Kozelnik sind statt der Wärterhäuser bloss Signalhütten errichtet und sind auf der ganzen 3,1 Meilen langen Bahn ein doppeltes Wärterhaus auf der Station Schemnitz, ein einfaches auf der Anschlussstation Gran-Breznitz und fünf einfache Wärterhäuser nebst zwei Signalwärterhütten auf der laufenden Bahn erbaut.

Die Anschlussstation Gran-Breznitz ist in gleichem Niveau mit dem Bahnhof der königl. ungarischen Nordbahn angelegt, hat ausser einem aus den Gleisen der Hauptbahn abzweigenden normalspurigen Gleise, auf welches der zum Ueberladen auf die Montanbahnwaggons bestimmte Zug geführt wird, drei schmalspurige Gleise, deren erstes dem breitspurigen Verladegleise so nahe gerückt ist (von Mitte zu Mitte $2^m{,}85$), dass die Ränder der Fahrbetriebsmittel nur $0^m{,}25$ von einander entfernt bleiben. Die Wagenplateaus der Hauptbahn liegen $0^m{,}35$ höher als diejenigen der Schmalspurbahn.

Die Gleise der Montanbahn sind $3^m{,}2$ von einander entfernt.

Die Locomotive. Die Baudirection hat sich für Locomotive mit separatem Tender entschieden, weil bei Tendermaschinen die Gefahr nahe lag, dass sich auf der langen Strecke von $20\,^0/_{00}$ die Adhäsion durch den fortwährenden Verbrauch von Feuerungsmaterial und Speisewasser zu sehr vermindern werde.

Der sehr feste Radstand der mit drei gekuppelten Räderpaaren versehenen Locomotive beträgt $2^m{,}1$, welches Maass dem Minimalradius von 80^m entspricht.

Die Locomotiven ziehen 50,000 Kilogr. excl. Tender und Maschine auf einer Steigung von $20\,^0/_{00}$ mit 15 Kilometer Geschwindigkeit, und 200,000 Kilogramm mit 22,5 Kilom. auf horizontaler Bahn. Im Dienste wiegt die Maschine 13,750 Kilogr., der Tender 8000 Kilogr., im leeren Zustande erstere 12,500, letzterer 3750 Kilogr.

Die Dimensionen dieser von Sigl erbauten Maschine sind auf p. 51 angegeben.

Die **Waggons** sind mit zwei Buffern versehen und haben Trag- und Zugfedern. Etwa $^1/_3$ der sämmtlichen Wagen sind gebremst. Die Kohlenwagen sind 4^m,148 lang und 1^m,960 breit. Die gedeckten Lastwagen sind 4^m,236 lang und haben 1^m,800 innere Höhe im Lichten. Die Personenwagen sind, excl. der an den Stirnseiten befindlichen 450^{mm} breiten Perrons, 1^m,800 breit und 4^m,000 lang und haben 1^m,900 innere Höhe im Lichten.

Höhe des Fussbodens über den Schienen = 0^m,915. Innere Bordwandhöhe der Kohlenwagen 0^m,900. Innere Bordwandhöhe der Schotterwagen 0^m,250.

Für die Erweiterung hat man folgende Maasse als bewährt gefunden:

für R =	80^m	Erweiterung	= 50^{mm}
	100^m	-	= 40^{mm}
	125^m	-	= 35^{mm}
	150^m	-	= 30^{mm}
	175^m	-	= 25^{mm}
	200^m	-	= 20^{mm}
	250^m	-	= 15^{mm}
	300^m	-	= 10^{mm}.

Die vorgeschriebene Ueberhöhung beträgt 86^{mm} für R = 80^m und successive bis 23^{mm} für 300^m.

Die **Baukosten** belaufen sich auf 1,040,000 fl.[32]) und vertheilen sich in folgender Weise:

I. Grundeinlösung.

Einlösung für Grund und Boden nebst Entschädigung für abgetragene Gebäude etc.		50,000 fl.

II. Unterbau.

a) Vor- und Nacharbeiten	14,090 fl.	
b) Entwässerungen, Aushub und Ausbau 663 Cubikm. à 2,08	1,380 -	
c) Aushub, Transport, Anschüttung und Schlichtung 310,000 Cubikm. à 0,36—1,18	294,879 -	
d) Aushub für Objecte und gepflasterte Rinnen, Fuss- und Stützmauern, Bach- und Wegecorrectionen, ca. 10,000 Cubikm.	7,200 -	
e) Herstellung und Planirung von Feld- und Waldwegen ca. 6650 laufende Meter à fl. 0,35	2,328 -	
f) Schlichtung von Steinsätzen und Trockendohlen, 730 Cubikm. à fl. 7	5,110 -	
g) Anblumung 82,000 Quadratm. à 100 Quadratm. fl. 0,70	574 -	
h) Flachrasen à 25 Kilogr., Stopfrasen à 50 Kilogr. pro Quadratm., zusammen	168 -	
i) Flachwerk zum Schutze der Einböschung 5680 laufende Meter à fl. 0,30	1,704 -	
k) Stütz- und Futtermauern	2,200 -	
l) Brücken und Durchlässe	72,855 -	
m) Chaussirungsarbeiten	3,937 -	
n) Fluss- und Uferschutzbauten	14,875 -	
o) Beschotterung der Bahn und der Bahnhöfe	54,000 -	
	Summa Unterbau	475,300 fl.

[32]) Alle Preise sind in österreichischen Gulden (Papier) verstanden.

III. Oberbau.

An Materialen waren erforderlich:

1. 732 Ctr. Schienen und Kleinmaterial für das breitspurige Verladegleis in Garam-Berzencze, nebst drei Garnituren Weichenhölzer.

2. 15,857 Ctr. leichte Schienen nebst Kleinmaterial und 22 Garnituren Weichenhölzer für die Schmalspurbahn.

a)	Eisenmaterial	160,000 fl.	
b)	Schwellen	29,000 -	
c)	Weichen und Kreuzungen	6,000 -	
d)	Legen des Oberbaues (Legen des Gleises fl. 0,70 pro laufenden Meter, Abbinden und Legen einer Weiche fl. 45,00 pro Stück)	20,250 -	
e)	Verfrachtung der Oberbaumaterialien	4,750 -	
	Summa Unterbaukosten		220,000 -

IV. Hochbau und mechanische Einrichtung.

1. Auf der Station Schemnitz.

a)	Aufnahmegebäude mit Veranda, ein Stock hoch, 190,5$\square^{\mathrm{m}}$ Baufläche	16,911 fl.
b)	Dienerwohnung nebst Materialmagazin, ein Stock hoch, 95$\square^{\mathrm{m}}$	9,633 -
c)	Doppeltes Wärterhaus, besonders fundirt	5,220 -
d)	Güterschuppen, Holzbau auf gemauerten Pfeilern, 224$\square^{\mathrm{m}}$ Baufläche	4,627 -
e)	Locomotivremise für zwei Maschinen nebst vier Entleerungsgruben, Riegelwandbau mit Bretterverschalung, 102,4$\square^{\mathrm{m}}$ Baufläche	6,606 -
f)	Kohlen- und Holzschuppen, (wie d)	1,561 -
g)	Wasserstation nebst separatem Brunnen, Brunnenhaus nebst mechanischer Einrichtung; Holzbau auf gemauerten Pfeilern	3,500 -
h)	Offene Verladerampe	328 -
i)	Kohlenbühne	1,362 -
k)	Freistehender Abort	1,171 -
l)	Hausbrunnen nebst Pumpe	370 -
m)	Drehscheibe	1,800 -

2. Strecke Schemnitz-Dilln.

a)	Einfaches Wärterhaus, normal	1,798 -
b)	Signalhütte, Riegelwandbau mit Bretterverschlag	253 -

3. Station Dilln.

a)	Aufnahmegebäude, ebenerdig, 76,5$\square^{\mathrm{m}}$ Fläche	5,100 -
b)	Güterschuppen, Holzbau auf gemauerten Pfeilern, 65$\square^{\mathrm{m}}$ Baufläche	1,814 -
c)	Wasserstationsbrunnen nebst Häuschen und mechanischer Einrichtung incl. Entleerungsgrube	2,722 -
d)	Freistehender Abort	806 -
e)	Hausbrunnen	490 -

4. Auf der currenten Bahn zwischen Dilln und Garam-Berzencze.

a)	Drei einfache Wärterhäuser à ca. fl. 1800	5,400 fl.

b) Adaptirung eines alten Gebäudes zu Wärterhaus und Bahnaufseherswohnung . . . . 2,220 -

c) Signalhütte, Riegelwandbau mit Bretterverschlag . . . 260 -

5. Station Garam-Berzencze.

a) Wohngebäude, ein Stock hoch, 120□ᵐ Fläche . . . . 12,552 fl.

b) Güterschuppen 90□ᵐ Fläche . . . . 2,351 -

c) Offene Verladerampe . . . . 537 -

d) Wasserstation nebst mechan. Einrichtung und Brunnen 2,000 -

e) Locomotivremise, Riegelwandbau mit Bretterverschlag und Anstrich für eine Maschine, 64□ᵐ Baufläche . . . 2,550 -

f) Zwei Entleerungsgruben auf Piloten gebaut, nebst Wasserabzugscanal, die Wände und Reifen aus gusseisernen Platten . . . . 1,700 -

g) Waaghäuschen nebst Brückenwaage auf 200 Centner Tragkraft . . . . 1,500 -

h) Kohlenbühne . . . . 1,194 -

i) Hausbrunnen . . . . 400 -

k) Einfaches Wärterhaus . . . . 1,662 -

l) Wärterhausbrunnen . . . . 102 -

m) Drehscheibe . . . . 1,800 -

Gesammtbetrag für Hochbau und mechanische Einrichtungen 102,800 fl.

Hierzu: Mobilien und Werkzeuge für Wärter . . . . 900 fl.

- - - - die Station Schemnitz . 2,150 -

- - - - - - Dilln . . . 550 -

- - - - - - Garam-Berzencze . . . 1,600 -

Gesammtbetrag ad Cap. IV 108,000 fl.

V. Abschluss und Distanzirung der Bahn, Einfriedungen und Abschrankungen.

20,000 Meter gewöhnliche Latteneinfriedigung . . . . 6,800 fl.

1,200 Meter - Staketeneinfriedigung inclus. Zufahrsthore und -Thüren . . . . 850 -

Warnungstafeln . . . . 350 -

Distanzirung . . . . 500 -

Zusammen 8,500 fl.

VI. Signalmittel.

a) Telegraphenleitung nebst Einrichtung . . . . 3,000 fl.

b) Optische Signalmittel . . . . 500 -

Zusammen 3,500 fl.

VII. Fahrbetriebsmittel.

3	Locomotive	à 17,000 fl.	=	51,000 fl.
13	Kohlenwagen ohne Bremse	à 876 -	=	11,388 -
7	- mit -	à 1,172 -	=	8,204 -
4	Schotterwagen ohne Bremse	à 932 -	=	3,756 -
2	- mit -	à 1,235 -	=	2,470 -
3	bedeckte Güterwagen ohne Bremse . . .	à 1,085 -	=	3,255 -
1	bedeckter - mit - . . .	à 1,381 -	=	1,381 -

2 Personenwagen III. Cl. mit Bremse . . à 2,270 - =	4,540 -	
2 - II. u. III. Cl. mit Bremse à 2,548 - =	5,096 -	
1 Draisine	450 -	
1 Schneepflug	1,200 -	
Transport- und Abladekosten	860 -	
	Zusammen	93,600 fl.

§ 15. Beschreibung ausgeführter Secundärbahnen. (Fortsetzung.)

E. *In der Schweiz.*

1. Die normalspurige Secundärbahn Effretikon-Wetzikon-Hinweil. Diese Nebenlinie der Schweizer-Nordostbahn wurde am 17. August 1876 dem Betriebe übergeben. Dieselbe ist eine selbstständige Unternehmung, an welcher sich die Schweizer Nordostbahngesellschaft nur finanziell betheiligt hat. Der Bau derselben wurde jedoch durch die Direction der letzteren geleitet, und auch der Betrieb ist durch dieselbe übernommen. Auf der Station Effretikon vereinigt sich die Secundärbahn mit der Linie Zürich-Winterthur; in Wetzikon schliesst sie an die Glattthallinie der Vereinigten Schweizer Bahnen (Wallisellen-Unter-Rapperswyl) an. Ihre Stationen sind folgende: Effretikon, Illnau 4,44, Fehraltorf 8,01, Pfäffikon (Kanton Zürich) 11,32, Kempten (Schweiz) 17,73, Wetzikon 18,05, Hinweil 22,50 Kilometer.

Die grösste Steigung beträgt 12 ‰.

Den Unterbau haben wir bereits p. 15 erwähnt.

Die Schienen bestehen aus Stahl und sind 110^{mm} hoch, haben eine Fussbreite von 90^{mm}, eine Kopfbreite von 50^{mm}, eine Stegdicke von 12^{mm} und wiegen pro laufenden Meter 26,17 Kilogr. Die Laschen sind 0^{m},480 lang, und ein Stück wiegt 3,77 Kilogr. — Die Platten wiegen 1,02 Kilogr. pro Stück. Die Nägel sind 150^{mm} lang und 0,25 Kilogr. schwer. Die 0,28 Kilogr. schweren Bolzen haben einen Durchmesser von 16^{mm} und sind am Kopfende zur Verhinderung des Drehens beim Anziehen mit zwei Nasen versehen, die in den Laschen ihre entsprechenden Ausschnitte finden. Fig. 1 auf Tafel VI zeigt das Schienenprofil und die Laschenverbindung.

Die in den normalen Längen von 6^{m} und 5^{m} verwendeten Schienen ruhen mit schwebendem Stoss auf 7 resp. 6 Schwellen von Hart- und Weichholz, und es sind unter jeder Schiene drei Platten vertheilt: zwei Unterlagsplatten auf den dem Stoss zunächst liegenden Schwellen und eine Kerbplatte in 3^{m} Entfernung vom Stoss. Die Stossschwellen liegen 600^{mm} und die anderen 900^{mm} von einander entfernt.

Bei einer Inanspruchnahme von 7,5 Kilogr. pro Quadratmillim. entsprechen die Schienen einem Raddruck von 4,1 Tonnen.

Die Weichen dieser Nebenlinie der Schweizer Nordostbahn sind auf Tafel VIII Fig. 1—8 mit allen Details der Zungenkasten, Herzstücken etc. abgebildet und auf p. 25 erläutert, ebenso sind die Stationsanlagen auf Tafel XI Fig. 3 und 4, die Stationsgebäude auf Tafel XIII Fig. 7—10 dargestellt und auf p. 29 und 30 erwähnt.

Die Bahn besitzt kein besonderes Betriebsmaterial, sondern wird mit Locomotiven und Wagen der Hauptlinie befahren. Die ersteren sind auf Tafel XVI abgebildet und auf p. 52 beschrieben.

Betriebsresultate liegen noch nicht vor. —

2. Bödelibahn. Diese normalspurige Secundärbahn stellt die Verbindung der Stationen Därligen am Thunersee und Bönigen am Brienzersee her und hat folgende Stationen und Entfernungen: Därligen, Interlaken 4,091, Zollbrücken 5,974, Bönigen 8,337 Kilometer.

Die stärkste Steigung beträgt 5 ‰ und der kleinste Curvenradius 180^m. Die Kronenbreite der Bahn auf Schwellenhöhe beträgt $2^m,90$. Die Schienen haben ein Gewicht von 20 Kilogr. pro Meter. Die tannenen Schwellen haben eine Länge von $2^m,40$, 240^{mm} Breite und 150^{mm} Höhe.

Die Betriebsmittel bestehen aus 3 vierrädrigen Tenderlocomotiven von Krauss & Comp. in München, 16 zweistöckigen Personenwagen zu 60 Personen und 9 Tonnen Gewicht, ähnlich denen der auf Tafel XXVIII Fig. 1—6 dargestellten Wagen der Tössthalbahn (vergl. p. 75), 5 Gepäckwagen und 6 Güterwagen, sowie einem Trajectschiffe (letzteres zum Preise von 114,558 Frcs). Die Bahn kostete incl. Betriebsmittel nur 120,000 Mark pro Kilom. .

Die Eröffnung der Strecke Därligen-Interlaken erfolgte am 12. August 1872 und von Interlaken nach Bönigen am 1. Juli 1874.

Bald nach der Concessionirung dieser Localbahn entstand das Project, dieselbe als Brünigbahn einerseits über Brienz, Meiringen, Brünig, Sarnen, Alpnacht nach Luzern, und andererseits von Därligen am linken Seeufer nach Thun fortzuführen. Die Vorarbeiten für diese Linie sind längst beendigt, auch die Concession ertheilt, aber der Bau konnte noch nicht begonnen werden.

Vom Landungsplatz der Dampfschiffe in Tracht bei Brienz ausgehend, zieht sich die Trace der Anschlusslinien gegen Meiringen hin; dort beginnt die Bergfahrt mit einer Maximalsteigung von 50 ‰. Sie wendet sich nach Westen und erreicht nach 6 Kilometern auf der Höhe von 900^m über dem Meere, in dem 925^m langen Tunnel, die Kantonsgrenze zwischen Bern und Unterwalden. Von hier zieht sie sich mit 50 ‰ Fall der Bergstrasse entlang, kommt durch einen 375^m langen Tunnel nach der Station Langern, durch die Tunnel am Flühliberg 150^m lang, und am Kaiserstuhl 500^m lang, nach Diechtersmatt, wo nach 18,5 Kilom. ab Meiringen am oberen Ende des Sarnersees die Thalbahn mit der Maximalsteigung von 12 ‰ wieder beginnt. Die Bahn zieht sich dem östlichen Ufer des Sarnersees entlang nach Sarnen, dann nach Alpnacht, Stanzstaad und Luzern.

Die Trace dieser Linie zerfällt demnach in zwei Abtheilungen, in eine Thalbahn Brienz-Meiringen und Diechtersmatt-Stanzstaad von zusammen 31,5 Kilom. mit 12 ‰ Maximalsteigung und die Bergbahn Meiringen-Diechtersmatt von 18,5 Kilom. mit 50 ‰ Maximalsteigung. Die Minimalradien betragen im Thal 180^m, am Berg 200^m. Das Schienengewicht war auf 30—32 Kilogr. pro Meter und die Bauzeit zu $2^1/_2$ Jahr angenommen.

Die zur Verwendung kommenden Locomotiven sollten vierrädrige Tendermaschinen von 24 Tonnen und $6^m,2$ Länge sein, $2^m,10$ Radstand und $1^m,0$ Raddurchmesser erhalten; sie sollten auf der Thalbahn ein Gewicht von 130—150 Tonnen, (ihr eigenes Gewicht nicht mit gerechnet) mit einer Geschwindigkeit von 25—28 Kilometer zu befördern im Stande sein. Bei Beginn der Steigung sollte der Zug getheilt und mit der Locomotive eine zweite gekuppelt werden, diese beiden sollten dann den halben Zug von 65 Tonnen Gewicht mit einer Geschwindigkeit von 15—16 Kilom. über den Brünig befördern. Es waren auf dieser Linie ebenfalls zweistöckige Personenwagen zu 60 Personen und 9 Tonnen Gewicht in Aussicht genommen.

Die Gesammtkosten dieser 2. Section der Anschlussbahn sind auf 10,000,000 Fr. veranschlagt, zu 200,000 Fr. pro Kilom. der ganzen Bahn, während bei der 3. Section von Därligen über Spiez nach Thun mit Maximalsteigungen von 12 ‰ und Minimalradien von 180^m die Baukosten zu 148,000 Fr. pro Kilom. berechnet waren, also für 26 Kilom. zu 3,848,900 Fr.

Durch diese Anschlusslinien würde die Bödelibahn den secundären (
verlieren; fürs Erste ist aber keine Aussicht vorhanden, dass der Bau beginn
da ohne staatliche Subvention das Unternehmen nicht zu Stande kommen w

3. Schmalspurbahn von Winkeln nach Appenzell über I und Urnäsch. Die von der Schweizerischen Localbahngesellschaft erbaute I
Winkeln nach Appenzell beträgt 29 Kilom., von welchen erst die Strecke
Herisau-Urnäsch in einer Länge von rund 15 Kilom. (1875 und 1876) den
übergeben ist. Diese Bahn hat 1^{m} Spurweite und enthält Curven von 90
und Steigungen bis zu 35‰. Die Station Herisau ist 757^{m} und die Station
649^{m} über Meereshöhe gelegen. Man musste daher auf eine Länge von rund
um 108^{m} steigen, wobei auf die ersten 3 Kilom. 91^{m} Höhenerhebung treff
grössere Entwickelung war wegen tiefer Bachbette und Schluchten unstatthaf
konnte die Linie nur mit Anbringung vieler und enger Curven, wobei man bis
dius gegangen ist, so lang gestreckt werden, dass mit einer Steigung von
auszukommen war. Die nur 4 Kilom. von Winkeln entfernte Station Heris
eine Kopfstation und müssen hier die Locomotiven sich jedesmal an das and
des Zuges setzen.

Die Bahn soll ca. 150,000 Fr. pro Kilom. gekostet haben und ist di
Frucht der mit so vielen Hoffnungen gegründeten Schweizerischen Gesells
Localbahnen, und ist mit einer Subvention von 800,000 Fr. (33,000 Fr. pro
vom Canton Appenzell unterstützt worden.

Die Schienen wiegen 23,8 Kilogr. pro laufenden Meter, sind 100^{mm}
haben eine Breite von 50^{mm} im Kopfe, 90^{mm} im Fuss und 12^{mm} im Stege. Das Pro
ben wie gleichfalls deren Laschenverbindung ist durch Fig. 4 auf Tafel VI da

Die zuerst eröffnete Theilstrecke Winkeln-Herisau (4 Kilom.) gehör
ungünstigsten der ganzen Linie, sowohl in Bezug auf Terraingestaltung, w
Ueberwindung eines bedeutenden Höhenunterschiedes nur wenig und theuere I
lung gestattete, als auch in Bezug auf die geologische Formation des Bod

Das Betriebsmaterial besteht aus:

Stück.	Gegenstand.	Räder-zahl.	Zahl der Sitzplätze.	F
4	Tenderlocomotiven	6	—	38
1	Salonwagen I. Classe	4	20	
2	Wagen II. -	4	21	4
3	- III. -	4	21	3
3	- II. u. III. -	8	45	6
8	- III. -	8	48	5
			Tragkraft Ctr.	
3	Gepäckwagen	4		2
14	Güterwagen, bedeckt	4	125	2
17	- offen, hochbortig	4	140	2
17	- - niederbortig	4	140	2

Die Tenderlocomotiven sind auf Tafel XXI in Fig. 1 und 2 darge
deren Hauptdimensionen auf p. 53 mitgetheilt. Die Kohlenbehälter sind
Seiten des Feuerkastens, die Wasserkasten von ovalem Querschnitt zu beid
des cylindrischen Theils des Kessels angebracht und unten durch eine K
verbunden. Der Sandkasten sitzt auf der Mitte des Kessels, und es wird durch

einer Schraube der Sand mit constantem Strahl sowohl vor als hinter die Räder der Mittelachse geführt. — Das Programm verlangte, dass bei normalen Witterungsverhältnissen und Schienenzuständen ein Zugsgewicht von 40 Tonnen mit 20 Kilom. Geschwindigkeit pro Stunde auf Steigungen von 25 ‰ bis 30 ‰ gezogen werden und dass auf den Steigungen von 35 ‰ die Geschwindigkeit auf 16 Kilom. sinken dürfe.

Der Kessel ist auf 16 Atmosphären probirt. Das Kesselblech hat eine Dicke von 13^{mm}; die Nietlöcher wurden gebohrt. Der kupferne Theil der Feuerbüchse besteht nur aus drei Tafeln; die Rohrwand hat da, wo die Sieder öhren eingezogen sind, eine Dicke von 23^{mm}. Die kupfernen durchbohrten Stehbolzen haben einen Durchmesser von 25^{mm} und stehen 100^{mm} von einander entfernt. Die Rohrwand hat an der Rauchkammer 18^{mm} Dicke. Der Aschenkasten hat von der Platform aus regulirbare Klappen und ausserdem einen Schieber, der behufs Reinigung seitlich ausgezogen werden kann; er liegt 100^{mm} über der Schienenoberkante. Die Roststäbe von Schmiedeisen sind 12^{mm} breit und haben 10^{mm} Luftspalte; die eisernen Feuerröhren, 124 an Zahl, haben an den Enden Kupferstutzen und einen inneren Durchmesser von 41^{mm} u. 2^{mm} Dicke. Die Metallstärke der Rohrwand zwischen den Röhren beträgt 15^{mm}. Die Dampfkolben sind möglichst leicht von Stahlguss, die äusseren zwei Ringe von Tiegelgusseisen selbstspannend, der innere ebenfalls von Stahl. Die Dampfschieber sind von Tiegelgusseisen und die Führungslineale von Stahl. Die Treib- und Kuppelstangen sind möglichst leicht aus Schmiedeeisen, ihre Lager mit Weissmetall ausgegossen. Die Steuerungstheile sind vom besten Schmiedeeisen und eingesetzt, die Augen der verschiedenen Hebel- und Hängeeisen mit gehärteten Stahlbüchsen versehen, die Steuerung nach System Heusinger von Waldegg ist mittelst Schraube verstellbar. Die schmiedeeisernen Räder haben Stahlbandagen, die Räder der Mittelachse haben keine Spurkränze; die gussstählernen Achsen sind auf der ganzen Länge abgedreht. Die Lagergehäuse und Lagerführungen sind von Stahlguss, die Schaalen von Rothguss mit Weissmetall ausgegossen, das Schmieren geschieht von unten durch ein Schmierpolster, während von oben nachgefüllt wird. Die Federn sollen bei einem Druck von 3,5 Tonnen keine bleibende Senkung zeigen. Die Rahmen liegen ausserhalb, nach System Hall, die Rahmenbleche sind 15^{mm} dick mit Querwänden versteift. Die Ein- und Ausströmungsröhren sind von Kupfer. Die Einströmung wird durch einen Schieberregulator vermittelt, der im Rauchkasten sitzt und den Dampf aus den oberen Theilen des Dampfdoms entnimmt. Die Ausströmungen vereinigen sich in einem veränderlichen Blasrohr. An dem unteren Theil des Dampfrohres ist das Zweigrohr für die Dampfbremse nach Lechatelier angebracht Seitlich vom Führerstande sitzen Hähne für die zwei Injectoren, sowie für das Ausblasrohr und den Vorwärmer. Der obere Probirhahn für den Wasserstand steht 80^{mm} über der Decke der kupfernen Feuerbüchse. Vor dem Dache des Führerstandes ist auf dem Kessel eine Glocke angebracht, die sich aber als zwecklos zum Signalisiren erwiesen hat, da die Glocken der auf den umliegenden Höhen weidenden Viehherden ähnliche Töne erschallen lassen.

Jeder einzelne der Injectoren genügt zur vollkommenen Speisung des Kessels. Die Speiseköpfe mit Kugelventilen sind am cylindrischen Theile des Kessels angebracht und mit einem Verschluss versehen, sodass man auch, wenn der Kessel in Dampf ist, zu den Ventilen gelangen kann. Ausser der Dampfbremse ist die gewöhnliche Spindelbremse, welche auf das hintere Räderpaar wirkt, angebracht. Die Zughaken sitzen unter den Centralbuffern, und es sind deren Befestigungsschrauben mit je zwei Gummischeiben unterlegt. Die Centralbuffer erhalten ihre Elasticität ebenfalls durch Kautschukscheiben, welche sich im Gehäuse befinden. Der Kessel, Cylin-

der und Schieberkasten sind durch eine Blechverschaalung gegen Abkühlung geschützt.[33])

Die Personenwagen der Appenzeller Bahn sind nach dem amerikanischen System gebaut und wurden p. 80 ausführlich beschrieben, sowie auf Tafel XXXI in Fig. 3—6 sowie auf Tafel XXIX in Fig. 7 und 8 dargestellt; ebenso ist auf p. 92 eine Beschreibung der Gepäck- und Güterwagen dieser Bahn enthalten, sowie die betreffenden Zeichnungen auf Tafel XXXI Fig. 1 und 2 und auf Tafel XXXVIII Fig. 1—6 dargestellt sind.

4. Schmalspurbahn von Lausanne nach Échallens.[34]) Diese 14,180^m lange Bahn hat 1^m Spurweite. Ihr Längenprofil, Situationsplan und Querprofile sind auf Tafel III abgebildet. Das Verhältniss der Curven zu den Geraden ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Bezeichnung.	Länge.	Procentual-verhältniss.
Gerade Strecken	9,587^m	68%
Curven über 100^m Radius . .	4,353^m	30%
Curven unter 100^m Radius . .	240^m	2%
Bahnlänge	14,180^m	100%

die kleinste Curve hat 60^m Rad. und ist 65^m lang.

Die Vertheilung der Steigungen und Gefälle ist wie folgt:

Bezeichnung.	Länge.	Procentual-verhältniss.
Horizontale Strecken	1,184^m	8,4%
Steigungen und Gefälle bis zu 15%	7,186^m	51,6%
do. zu 15% und darüber .	5,810^m	40,0%
Bahnlänge	14,180^m	100,0%

Wie aus dem Längenprofil auf Tafel III ersichtlich, ist die grösste vorkommende Steigung 35,6% 500^m lang. Die Wahl der Steigungen und Gefälle wurde der Gesellschaft frei gelassen, mit der Bedingung jedoch, dass die Züge, mit Ausschluss der Aufenthalte, mit einer Geschwindigkeit von 19 Kilom. pro Stunde fahren sollen.

Contrecurven sind mittelst Geraden von wenigstens 30^m Länge verbunden.

Die Bahn hat acht Stationen und ist zum grössten Theil auf der Strasse geführt. Die freie Breite, welche für die Circulation der Fuhrwerke übrig bleibt, beträgt wenigstens 5^m,40 und auf manchen Stellen bis 7^m,20.

Für die Breite der Querprofile (vergl. Fig. 3—6 auf Tafel III) waren folgende Bestimmungen maassgebend:

Auf der Strasse beträgt die Breite des Bahnkörpers unter dem Ballast 2^m,10; auf eigenem Unterbau muss die Breite 3^m betragen.

Das Bettungsmaterial hat im Niveau der Schienenoberkante eine Breite von 2^m, ist 0^m,30 hoch und bis zur Schienenoberkante angeschüttet, eine Einrichtung, welche in Hinsicht auf Erhaltung der Curven von Vortheil sein kann, welche aber die Untersuchung des Oberbauzustandes erschwert. Auf vielen anderen Bahnen müssen bekanntlich, insbesondere in starken Curven, die Schwellen an den Stellen, wo die Schienen aufliegen, immer sorgfältig rein gehalten werden, damit man leicht sehen kann, wie die Schienen sitzen und wie die Nägel halten.

---

[33]) Nach »Eisenbahn«, schweizerische Wochenschrift 1875, II. Bd., p. 241.

[34]) Mémoires de la Soc. des Ing. Civils, 1876, p. 288; beschrieben von den Herren Joyant und Dumont.

Die Böschung ist eine $^2/_3$ füssige. Der Oberbau wird mittelst zwischen den Schwellen angebrachter Querrinnen entwässert.

Zur Verwendung kamen die Schienen der früheren Mont-Cenisbahn. Sie wiegen 28,9 Kilogr. pro laufenden Meter und sind $6^m,30$ und $6^m,40$ lang. Die Schwellen sind $1^m,50$ lang, $0^m,16$ breit und $0^m,12$ hoch; die Entfernung von Mitte zu Mitte beträgt bei den Zwischenschwellen $1^m,30$ und bei Stossschwellen $0^m,60$.

Die Entfernung von Mitte zu Mitte Gleis soll in der freien Bahn $1^m.80$ und in Bahnhöfen $2^m,40$ betragen.

In Curven unter 460^m Radius werden gebogene Schienen verwendet.

Die Endstationen enthalten Stationsgebäude von ca. $50\square^m$ Grundfläche, nebst einem Locomotiv- und Wagenschuppen, einem Wasserreservoir u. ä. An Zwischenstationen sind nur kleine überdachte und sonst offene Räumlichkeiten zum Aufenthalt der Reisenden bestimmt.

Es giebt keine besondere Bahnbewachung; eine Warnung geschieht mittelst der Locomotivglocke. Das Betriebsmaterial besteht aus 4 Locomotiven und 39 Wagen, von denen 12 zum Personentransport dienen. Von den Locomotiven wiegen zwei (von Creuzot) 8,50 Tonnen im Dienst, eine (von Krauss) 13 Tonnen im Dienst und eine alte Mont-Cenis-Locomotive 15 Tonnen im Dienst. Von den Personenwagen sind vier zu 28 Plätzen; dieselben haben drei Achsen und wiegen 5 Tonnen das Stück. Ihre Länge ist $8^m,25$ und ihre Breite $1^m,90$. Ausserdem giebt es acht zweiachsige Wagen mit 14 Plätzen, welche 2,6 Tonnen wiegen, $4^m,68$ Länge und $1^m,90$ Breite haben. Von den übrigen Wagen sind sechs Gepäckwagen, ein bedeckter Güterwagen, 14 hochbordige Wagen und sechs Platformen.

Es giebt zwei Wagenclassen, welche sich von einander nur dadurch unterscheiden, dass die Sitze der I. Classe gepolstert sind und die der II. Classe nicht. Jeder Wagen hat eine Schraubenbremse.

Bei diesem Material ist das Einbuffersystem durchgeführt; die Kuppelungsvorrichtung ist mit dem Buffer verbunden.

Jeden Tag fahren vier Züge in jeder Richtung, wozu noch ein Extrazug Sonntag Abends kommt. Im Winter ist die kleinste Zuganzahl für jede Richtung auf zwei bestimmt. Es verkehrten aber im letzten Winter 1876/77 täglich bereits fünf Züge nach beiden Richtungen.

Die Fahrt braucht 50 Minuten, so dass, ohne Aufenthalt, die Geschwindigkeit 25 Kilom. pro Stunde beträgt.

Die Expedition nimmt Eil- und Frachtgut auf. Die Eilgüter müssen mit dem nächsten Personenzug spedirt werden, mit der Bedingung, dass die Aufgabe wenigstens zwei Stunden vor Abfahrt geschieht. Die Frachtgüter müssen binnen 48 Stunden nach ihrer Bestimmungsstation expedirt sein; die Gesellschaft darf jedoch nicht mehr als 40 Tonnen in jeder Richtung täglich verführen.

Die Personaltaxe beträgt 0,10 Fr. pro Kilom. für die I. Classe und 0,07 Fr. pro Kilom. für die II. Classe. Kinder zahlen die Hälfte. Freigepäck ist 15 Kilogr. Die Retourkarten mit eintägiger Gültigkeit sind um 20% billiger. Die Abonnementshefte, welche auf Kilom. berechnet und auf den Namen des Inhabers geschrieben sind, gewähren 30% Reduction gegen den Tarifsatz. Mit solchen Heften kann man auf der Bahn fahren, wann und wohin man will, mit der einzigen Bedingung, dass man es bei der Abfahrt ansagt. Solche Hefte enthalten 300 Zettelchen von der Grösse und Beschaffenheit kleiner Briefmarken, so dass man sie auch ähnlich abnehmen kann. Die Zettelchen sind von 1—10 nummerirt und der Conducteur reisst davon so viele

ab, wie viel die von dem Inhaber zu durchfahrende Distanz Kilom. besitzt. Dabei bekommt der Reisende eine Quittung, auf welcher die Ausfahrt- und Ankunftstationen geschrieben stehen. Nur die betreffenden Eisenbahnbeamten haben das Recht, solche Zettelchen abzureissen; jeder Theil, welcher bereits abgerissen ist, wird ungültig.

Der Tarif für Frachtgüter enthält zwei Classen:

I. Classe: Vieh. — Pferde und Hornvieh zahlt pro Stück und Kilom. 0,20 Fr., Kleinvieh und Hunde zahlen 0,07 Fr.

II. Classe: Nahrungsmittel und Baumaterial. — Das Baumaterial, Brennholz, Früchte und Kartoffeln zahlen pro Centnerkilometer 0,015 Fr. (24 Pfg. pro Tonnenkilometer) und jede andere Waare 0,020 Fr. (32 Pfg. pro Tonnenkilometer).

Die Minimaltaxe beträgt 0,25 Fr. für eine Sendung. Die Gewichte werden auf 25 Kilogr. abgerundet. Volle Wagenladungen werden zu 2,5 und 4 Tonn. angenommen. Die Taxen für Wagenladungen betragen: 1. für Kleinvieh 5 Fr.; 2. für Waaren 0,10 Fr. pro Centner (Mk. 1.60 pro Tonnenkilometer), sobald die Sendung 2,5 Tonnen erreicht.

Für Eilgüter kann man 50% zu den obigen Taxen zuschlagen.

Die erste Section dieser Bahn, von Lausanne nach Cheseaux, 7,500 Kilom. lang, wurde 1873 eröffnet; die zweite, von Cheseaux nach Échallens, 7 Kilom., im folgenden Jahre. Die Bruttoeinnahme des ersten Betriebsjahres betrug über 5000 Fr. pro Kilom.

Das Betriebspersonal besteht aus einem Betriebschef, einem Abrechnungsvorstand, zwei Bahnhofschefs, sechs Stationschefs, zwei Zugbeamten, zwei Locomotivführern, zwei Heizern, zwei Weichenstellern, einem Bahnaufseher und vier Bahnarbeitern, welche Sonntags und wenn sonst der Personenverkehr wächst, dem Bahnhofspersonal aushelfen müssen. Die Dienste der sechs Stationschefs werden von den Briefträgern der bezüglichen Ortschaften verrichtet und werden mit 1 Fr. pro Tag einem Jeden von Seiten der Gesellschaft vergütet.

Die Gesellschaft ist eine anonyme Actiengesellschaft mit 800,000 Frcs. Gründercapital. Ein Verwaltungsrath und ein Directionscomité bildet den Vorstand und die Verwaltung. Das Grundcapital besteht aus 1,600 Actien, welche auf den Ueberbringer lauten und die Actien sind in zwei Gruppen getheilt:

1) 1000 Stück zu 500 Frcs. pro Stück sind als wirkliche Gründungsactien privilegirt und müssen vor den übrigen mit 7 Procent verzinst werden;
2) 600 Stück Actien II. Classe gehören dem Canton Waadt. Diese Actien werden von der Regierung in bestimmten Raten ausgetheilt. Sie haben dieselben Rechte wie die Actien Nr. 1, aber erst, nachdem die ersteren mit 7 Proc. bezahlt sind, und nach Amortisation der Fahrbetriebsmittel, des Oberbaues und der Bahnausrüstungsgegenstände.

Gleich in der ersten Zeit hat der Staat 300,000 Frcs. der Gesellschaft unter folgenden Bedingungen übergeben:

a) 40 Proc. von dieser Summe einen Monat nach der Uebernahme und Inbetriebsetzung,
b) 60 Procent in drei Raten. Vom Zeitpunkt der ersten Einzahlung werden aus diesen 60 Procent der Gesellschaft 4,5 Procent Interessen gutgeschrieben.

Die Gesellschaft fing als solche zu functioniren an, sobald 500,000 Frcs. subscribirt waren, und es ist ihr freigestellt, das Grundcapital mit Einverständniss der Actionäre und des Staatsrathes zu vermehren, sowie neue Zweigbahnen und Verlängerungen anzulegen.

Der Ertrag wird in folgender Weise vertheilt:

1) 5 Procent kommen zum Reservefond;
2) 10 Procent erhält die Administration;
3) 5 Procent bekommen die Beamten, aber mit der Bedingung, dass die Administration und Beamten ihren Antheil erst dann erhalten, wenn die Actien erster Classe wenigstens 4 Procent tragen;
4) 80 Procent bekommen die Actionäre, mit Ausnahme desjenigen Antheils, welcher für die Amortisation des Betriebs- und Bahnmaterials bestimmt sein wird und

dessen Betrag die Gesellschaft und die Cantonsregierung nach vierjährigem Betrieb der Bahn bestimmen sollen.

Der Staat hat das Recht, nach dem 30., 45., 60., 75. und 90. Betriebsjahre, einen Rückkauf zu bewirken, mit der Bedingung, dass es der Gesellschaft fünf Jahre vorher angezeigt wird. In diesem Falle und nach Ablauf des 30., 45. und 60. Betriebsjahres zahlt der Staat die 25fache Summe der jährlichen Nettoeinnahmen, welche nach dem Durchschnitt der nächsten zehn der Kündigung vorhergehenden Betriebsjahre, mit Abzug des Amortisationsantheils, berechnet werden. Dieser Ansatz beträgt nach Verlauf des 75. Jahres das 22fache und nach Verlauf des 90. Jahres das 20fache. In keinem Falle darf dieser Preis aber kleiner ausfallen als die ursprünglichen Anlagekosten.

Seit dem 20. December 1876 verkehrt auf dieser Bahn ein Dampfomnibus nach dem Brunner'schen System, und fährt derselbe täglich einmal die ganze Linie der Bahn Morgens von Echallens nach Lausanne und Abends zurück, sowie in den Mittagsstunden die Strecke Lausanne-Prilly (2,17 Kilometer lang) viermal nach beiden Richtungen.

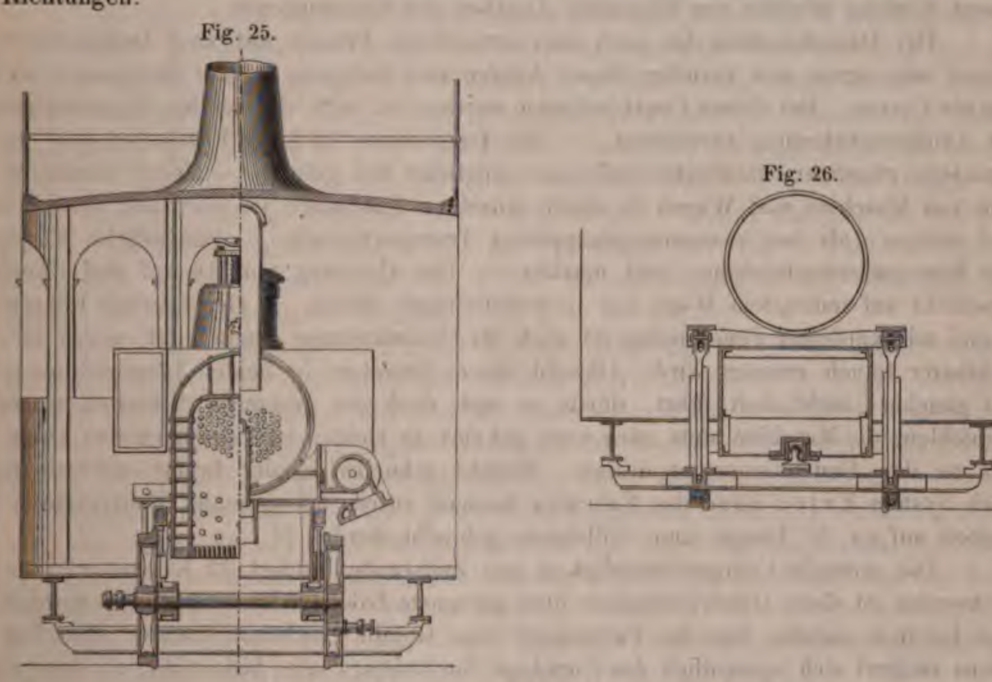


Fig. 25. Fig. 26.

Dieser Dampfomnibus ist auf Tafel XLII dargestellt und zwar in Fig. 1 als Seitenansicht, Fig. 2 Längenschnitt, Fig. 3 Querschnitt und Fig. 4 Grundriss, während der vorstehende Holzschnitt Fig. 25 einen Querschnitt durch die Feuer- und Rauchbüchse der Maschine und Fig. 26 einen Querschnitt durch das Drehgestell der Maschine darstellt. Dieses Fahrzeug besteht im Wesentlichen aus einem länglich runden Kasten mit Imperiale zur Aufnahme der Passagiere; der Wagenkasten ist einerseits dem der zweiachsigen Tenderlocomotive als Vordergestell an einem Kugelzapfen aufgehängt, während er andererseits auf dem ebenfalls zweiachsigen Hintergestell ruht. Der Boden dieses Kastens liegt nur $0^m,480$ über Schienenoberkante.

Die drei Theile des auf I-Eisen-Rahmen gelegten Kastens sind folgende: Das hintere Rondel ist für Raucher bestimmt; von der Platform wird es durch die auf die Imperiale führende Wendeltreppe getrennt. Die Platform hat bequeme Gangbreite und ist auf beiden Langseiten durch Thüren zugänglich. Der Hauptheil

des Passagier-Raumes ist von der Platform durch eine Querwand mit Mittelthür geschieden und endigt an der entgegengesetzten Seite durch eine Querwand ohne Thür. Diese Abtheilung ist mit 2 Langbänken für 24 Sitze versehen. Im Rondel für Raucher finden 8 Passagiere Platz, und auf der Imperiale, die durch eine durch Eisenstangen gestützte Stoffdecke vor Regen geschützt wird, bieten 2 Langbänke und 2 Rundbänke über beiden Rondelen Sitzplätze für 32 Personen. Im zweiten Rondel, an dem dem Raucherraum entgegengesetzten Ende des Kastens, ist der Boden ausgelassen; Wand und Decke umhüllen die dort stehende Locomotive.

Die Maschine arbeitet abgetrennt wie jede andere Locomotive und kann somit beim Bahnbau etc. mit Vortheil verwendet werden. Da sie, ihrem Zwecke entsprechend, einen kleinen Radstand besitzt ($1^m,250$), so musste dem zu grossen Einfluss der schwingenden Massen vorgebeugt werden, was durch Uebertragung der Kolbenkraft auf die Kurbel mittelst eines Balanciers erreicht wird. Die weiteren Vorzüge dieses Systems erhellen aus folgenden Angaben des Constructeurs.

Der Dampfomnibus ist nach dem articulirten Princip mit zwei Drehgestellen gebaut und eignet sich vermöge dieser Anlage zum Befahren starker Steigungen und kleiner Curven. Bei diesen Constructionen werden ca. 60% des totalen Zuggewichtes als Adhäsionsbelastung verwerthet. — die Tragrahmen und der Fussboden sind zur Erzielung günstiger Stabilitätsverhältnisse möglichst tief gelegt. — Durch Concentration von Maschine und Wagen in einem einzelnen Fahrzeuge ist der Gang desselben viel ruhiger, als bei zusammengekuppelten Transportmitteln. — Sämmtliche Theile des Bewegungsmechanismus sind maskirt. — Die Ableitung von Dampf und Rauch geschieht auf indirectem Wege und in geräuschloser Weise. — Der liegende Röhrenkessel mit kupferner Feuerbüchse ist auch für Cokesfeuerung eingerichtet, wobei kein sichtbarer Rauch erzeugt wird. Obwohl dieser Omnibus in beiden Längsrichtungen mit gleicher Leichtigkeit fährt, dürfte es sich doch der grösseren Sicherheit wegen empfehlen, die Maschine stets nach vorn gekehrt zu richten und demnach den Omnibus an den Endstationen zu drehen. Mittelst schnellwirkender Bremsvorrichtungen nach System Exter kann das Fahrzeug äusserst rasch (bei normaler Fahrgeschwindigkeit auf ca. 6^m Länge) zum Stillstande gebracht werden.[35]

Die normale Fahrgeschwindigkeit pro Zeitstunde beträgt 15 Kilometer; versuchsweise ist diese Geschwindigkeit über geeignete Bahnstrecken verdoppelt worden, was bei dem stabilen Bau des Fahrzeuges ohne Gefahr geschehen konnte. Die Frequenz steigert sich namentlich des Sonntags Nachmittags sehr bedeutend, so dass an solchen Tagen durchschnittlich 75 Reisende auf die Fahrt kommen, bei einzelnen Fahrten betrug sie selbst 120 Personen.

Die Bedingung des Omnibus erfordert einen Locomotivführer, einen Heizer und einen Schaffner, welch letzterem die Billetcontrole obliegt. Als Communicationsmittel zwischen dem Maschinenpersonaleund dem Schaffner am anderen Wagenende besteht ein pneumatischer Glockenzug; in der Regel aber bedient sich der Schaffner nur der Mundpfeife.

---

[35]) Ein ganz ähnlicher Dampfomnibus, gleichfalls auf zwei vierrädrigen Drehgestellen ruhend und mit 2 Etagen (aber nur $9^m,15$ lang und $1^m,98$ breit) 62 Passagiere aufnehmend, wurde kürzlich in der Eisenbahnwaggonfabrik »Scandia« in Randers (Jütland) gebaut und mit dem günstigsten Erfolge auf der Randers-Grenaaereisenbahn probirt. Der auf dem vorderen Drehgestell angebrachte und durch ein Blech- und Glasgehäuse maskirten Motor ist mit Condensationsapparat versehen, hat 19 Pferdekräfte und wurde von Kitson & Comp. in Leeds gebaut. Der Wagenkasten ist aus amerikanischen Teakholz hergestellt und wiegt mit Untergestell und Maschine ca. $5^1/_4$ Tonnen.

Während der Fahrten unter ungünstigen Adhäsionsverhältnissen, wie solche bei Nebelwetter, frisch gefallenem Schnee, Glatteis etc. auftreten, ist niemals ein Schleudern der Triebräder beobachtet worden. In Folge Verwerthung eines grossen Theils der transportirten Last als Adhäsionsbelastung beträgt diese letztere das 1,5fache des Maschinengewichts und ungefähr das 12fache der tangentialen Zugkraft.

Die Maschine hat eine wasserberührte Heizfläche von 14□m bei einer Rostfläche von 0,22□m und ist in den übrigen Verhältnissen für eine Leistung von 25 Pferdekräften construirt. Bei Bewältigung der Maximalrampen von 40‰ mit normaler Fahrgeschwindigkeit und voller Ladung übt die Maschine eine dynamische Arbeit von wenigstens 40 Pferdekräften aus, so dass alsdann bei dieser ausnahmsweisen Leistung 1□m Heizfläche ca. 3 Pferdekräfte producirt.

Der Verbrauch an Speisewasser und Brennmaterial ist verhältnissmässig sehr gering. Dieser Umstand ist zunächst der vorzüglichen Construction der Maschine und im Allgemeinen den kleinen Reibungswiderständen des articulirten Wagensystems zuzuschreiben. Beispielsweise braucht eine Fahrt von Lausanne nach Echallens und zurück (zusammen 28,36 Kilom.) ca. 100 Kilogr. Kohlen, entsprechend einem kilometrischen Consum von 3,5 Kilogr. Als Brennmaterial werden gute Saarbrücker Kohlen verwendet zum Preis von 40 Frcs. pro Tonne. Betreffend die Zugkraftskosten erwähnen wir, dass der Locomotivführer einen Taglohn von 8 Frs., der Heizer von 7 Frs. 50 Cent. und der Schaffner von 4 Frs. bezieht. Hierzu kommen für die seitherige, programmgemässe Ausführung des Fahrplans pro Tag 6 Frs. für Kohlen (150 Kilogr. à 40 Frs. pro Tonne) und 2 Frs. für Schmiermaterial etc. Die täglichen eigentlichen Zugkraftskosten betragen somit 27 Frs. 50 Cent.

Nach dem Fahrplane legt dieser Dampfomnibus täglich nur 46 Kilom. zurück, und die kilometrischen Zugkraftskosten belaufen sich demnach auf 51 Cent., ein Preis, welcher mit den Resultaten des Pferdebahnbetriebes ziemlich genau übereinstimmt. Auf einer Bahnanlage mit günstigen Steigungsverhältnissen könnte jedoch der Dampfomnibus bei denselben täglichen Zugkraftkosten leicht die doppelte Anzahl Kilometer zurücklegen, wobei folglich obige kilometrische Kosten um die Hälfte reducirt würden.

Bei dem Pferdebahnbetriebe betragen in der Regel die Zugkraftskosten 50 % der Gesammtbetriebskosten, und letztere belaufen sich in den meisten Fällen auf 80 % der Gesammteinnahme. Unter dieser Annahme entspricht somit eine Abminderung der Zugkraftskosten um die Hälfte — wie dies durch Einführung der Dampfkraft geschieht — einer Verdoppelung der Rentabilität der Linie.

Hauptverhältniss des obigen Dampfomnibus:

Gewicht der Maschine im Dienst	6 Tonnen
- des Wagenkastens mit Laufgestelle (leer)	5,5 -
Totalgewicht leer	11,5 Tonnen
- mit Ladung von 60 Personen	16 -
Maximalbelastung pro Triebachse	4,5 -
- - Laufachse	3,5 -
Todte Last pro Sitzplatz	180 Kilogr.
Cylinderdurchmesser	160mm
Kolbenhub	300mm
Durchmesser der Triebräder	700mm
- - Laufräder	500mm
Radstand der Drehgestelle	1m,250

Maximallänge des Omnibus 12m,900
Maximalbreite - - 2m,400
Maximalhöhe - - 4m,300
Tangentiale Zugkraft bei einem Kesseldampfdr. v. 12 Atm. 750 Kilogr.
Entsprechende Leistung in Pferdekräften bei 15 Kilom.
Geschwindigkeit pro Stunde . . . . 40 -

Bevor wir zur Beschreibung der Secundärbahnen in Frankreich, England und den übrigen Ländern Europas übergehen, theilen wir in nachstehender Tabelle noch eine statistische Uebersicht der bisher in Deutschland, Oesterreich-Ungarn und der Schweiz ausgeführten secundären Bahnen (mit Personenverkehr) mit.

§ 16. Technische Statistik der Secundärbahnen in Deutschland, Oesterreich und der Schweiz.

Eisenbahnen.	Eröffnung	Länge	Spurweite	Anlagecapital		Rente		Gewicht der Schienen pro laufend. Meter	Maximal-Steigung.	Kleinster Curvenradius	Zahl der		
				Gesammt-	pro Kilometer	Procent.	Jahr.				Locomotiven.	Personenwagen.	Güterwagen.
	Jahr.	Kilom.	Meter.	Mark.	Mark.			Kilogr.		Mtr.			
I. In Deutschland.													
a. In Baden.													
Wiesenthalbahn (Basel-Schopfheim	1862	19,94	1,435	2,255,970	113,138	5,86	1875	—	—	—	Ohne besondere Betriebsmittel, im Betriebe der Badischen Staatsbahn.		
Lahrerbahn	1865	3,18	1,435	321,250	101,022	4,82	1875	—	—	—			
Murgthalbahn (Rastatt-Gernsbach	1870	14,93	1,435	1,046,677	70,106	—	—	27,24	1:200	270			
Freiburg-Breisach	1871	22,44	1,435	1,628,280	72,566	4,74	1875	27,24	1:86	—			
Elzthalbahn (Denzlingen-Waldkirch	1875	7,12	1,435	720,000	101,123	3,04	1875	—	—	—			
Renchthalbahn	1876	18,80	1,435	1,850,000	100,000	—	—	27,24	1:91	360			
Hintere Wiesenthalbahn (Schopfheim-Zell) . . .	1876	7,24	1,435	862,400	119,116	—	—	—	—	—			
b. In Bayern.													
Ludwigsbahn (Nürnberg-Fürth)	1835	6,04	1,435	372,978	61,752	30,69	1874	25,045	1:500	291	6 Im Betriebe der Pfälz. Eisenb.	33	6
Winden-Bergzabern . . .	1870	10,0	1,435	624,000	62,400	—	—	23,44	1:100	—			
Siegelsdorf-Langenzenn .	1872	5,55	1,435	286,973	51,707	Mehrausgabe als Einnahme.	1875	Alte Schienen der Staatsbahn verwendet.	1:100	729	Ohne besondere Betriebsmittel. Den Betrieb leitet die Staatsbahn.		
Spalt-Georgensgemünd. .	1872	6,92	1,435	398,275	57,554				1:250	750			
Schwaben-Erding	1872	13,63	1,435	893,548	65,557				1:200	584			
Wiesau-Tirschenreuth . .	1872	11,00	1,435	401,948	36,541				1:130	520			
Steinach-Rothenburg . .	1873	11,07	1,435	—	—				1:70	520			
Immenstadt-Sonthofen . .	1873	8,34	1,435	904,467	108,449	Ueberschuss d. Einnahme über Ausgabe	1875		1:100	300			
Holzkirchen-Tölz	1874	21,43	1,435	2,060,660	96,111				1:105	450			
Sinzing-Alling.	1875	4,14	1,435	301,935	72,931	—	—		1:150	200			
Dombühl-Feuchtwangen .	1876	11,09	1,435	908,615	81,931	—	—		1:150	550			
Biesenhofen-Oberndorf . .	1876	6,51	1,435	610,545	93,786	—	—		1:110	600			
Neustadt-Windsheim . . .	1876	15,32	1,435	1,602,138	104,578	—	—		1:150	750			
c. In Würtemberg.													
Kirchheimer-Eisenbahn .	1864	6,35	1,435	708,390	111,558	6,64	1874	27,65	1:90	143	2	7	2
Ermsthalbahn (Metzingen-Urach)	1873	10,43	1,435	1,535,000	147,124	—	—	28,33	1:80	350	2	8	3
d. In Mitteldeutschland.													
Höchst-Soden	1847	6,653	1,435	651,420	97,914	—	—	25,5	1:100	284	2	7	—
Broelthalbahn	1864	33,126	0,785	727,264	21,954	—	—	18,8	1:80	34	4	5	26
Cronberger Zweigbahn . .	1874	7,9	1,435	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Fröttstedt-Friedrichsroda	1874	9,0	1,435	477,000	53,000	3	1876	27	1:40	300	2	6	14

senbahnen.	Eröffnung	Länge	Spurweite	Anlagecapital. Gesammt-	pro Kilometer	Rente Procent.	Jahr.	Gewicht der Schienen pro laufend. Meter	Maximal-Steigung.	Kleinster Curvenradius.	Zahl der Locomotiven.	Personenwagen.	Güterwagen.
	Jahr.	Kilom.	Meter.	Mark.	Mark.			Kilogr.		Meter.			
Iorddeutschland.													
ıhn (Hasbergen-ı Marienhütte) . .	1865	7,458	1,435	720,000	96,540	—	—	—	1:60	280	2	4	46
Iesterstede . . .	1876	7,0	0,750	183,600	26,083	5,01	1876	12,6	1:200	250	2	3	6
ıteinische Bahn iünster-Tönning) .	1877	78,5	1,435	3,750,000	47,800	—	—	23,0	1:60	450	6	8	52
Oesterreich-Ungarn.													
rmalspurige													
-Perjamos	1870	45,51	1,435	2,191,853	50,621	—	—	25,30	1:400	400	3	—	—
yörk-Gyongyös .	1870	10,800	1,435	—	—	—	—	23,6	—	—	—	—	—
-Bánréve	1871	45,760	1,435	4,129,296	90,238	—	—	23,6	—	—	—	—	—
bony-Erlau . . .	1872	16,423	1,435	—	—	—	—	23,6	—	—	—	—	—
-Diósgyör	1873	7,529	1,435	641,952	85,264	—	—	23,6	—	—	—	—	—
Feled-Fülek . .	1873	48,350	1,435	4,850,960	100,330	—	—	23,6	—	—	—	—	—
Ieusohl	1873	21,324	1,435	1,977,914	92,859	—	—	23,6	—	—	—	—	—
ogsan	1874	45,52	1,435	2,486,212	52,488	—	—	25,30	1:125	—	—	—	—
ver-Surany . . .	1874	7,59	1,435	379,363	49,982	—	—	26,6	1:100	300	—	—	—
- Rosenau - Dob-	1874	69,796	1,435	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ıeissholz	1874	49,432	1,435	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
rösthal	1877	62,0	1,435	3,240,000	52,258	—	—	—	1:300	—	—	—	—
eran	—	31,2	1,435	—	—	—	—	24 u 30	1:100	190	—	—	—
f-Würbenthal . .	1878	20,0	1,435	—	—	—	—	28	—	150	—	—	—
rf-Römerstadt .	1878	13,8	1,435	—	—	—	—	28	1:72,4	150	—	—	—
ımalspurige.													
-Gmunden . . .	1855	28,22	1,106	2,195,150	77,790	3,0	—	14,17	1:29	150	14	27	366
ːznitz-Schemnitz.	1873	22,895	1,000	—	—	Mindereinnahme	1874	15	1:50	—	3	4	30
Schweiz.													
ːmalspurige.													
ahn	1874	9	1,435	—	120,000	—	—	20,0	1:200	180	3	16	11
n-Wetzikon-Hin-	1876	22,5	1,435	—	—	—	—	26,17	1:83,8	300	—	—	—
malspurige.													
ı-Echallens . . .	1874	14,180	1,000	—	82,304	—	—	28,9	35,6⁰/₀₀	60	4	12	27
Herisau-Appenz.	1875	29	1,000	—	199,145	—	—	23,93	35⁰/₀₀	90	4	17	52

§ 17. Beschreibung ausgeführter Secundärbahnen. (Fortsetzung.)

F. In Frankreich.

Der Bau von Localbahnen in Frankreich datirt eigentlich erst vom Erlass Gesetzes vom 12. Juli 1865. Dieses für die dortigen Verhältnisse wichtige Gesetz ːt wie folgt:

§ 1. Localbahnen können erstellt werden:

1) durch Departements oder Gemeinden, und zwar mit oder ohne Mitwirkung der betheiligten Grundbesitzer;

2) durch Concessionäre unter Mitwirkung der Departements oder Gemeinden.

Sie sind folgenden Bedingungen unterworfen:

§ 2. Der conseil général bestimmt, nach vorhergehender Instruction des Präfecten,

14*

die Richtung der Localbahn, die Art und die Bedingungen ihrer Construction, sowie die Verträge und die Vorkehrungen, welche zur Sicherstellung ihres Betriebes nöthig sind.

§ 3. Die zufolge des Gesetzes vom 21. Mai 1856 entstandenen Fonds können von den Gemeinden und den Departements zum Bau von Localbahnen verwendet werden.

(§ 15 des besagten Gesetzes ist anwendbar bezüglich der Centimessteuer, welche die Departements zum Zwecke des Localbahnbaues ausschreiben werden.)

§ 4. Die Localbahnen (Chemins de fer d'intérêt local) unterliegen dem Eisenbahnpolizeigesetze vom 15. Juli 1845, unter folgenden Modificationen:

Der Präfect kann die Einfriedigung zum Theile oder ganz erlassen;
er kann ebenfalls die Herstellung von Barrièren an wenig frequentirten Wegen erlassen.

§ 5 Subventionen aus der Staatskasse zum Zwecke des Baues von Localbahnen werden bewilligt.

Die Grösse dieser Subventionen darf den dritten Theil derjenigen Auslagen betragen, welche der betreffende Vertrag den Departements, den Gemeinden und den Betheiligten zuschreibt.

In denjenigen Departements, in welchen die Centimessteuer weniger als 20,000 Frs. beträgt, darf das besagte Verhältniss zur Hälfte vergrössert werden, und in denjenigen, in welchen die Centimessteuer mehr als 40,000 Fr. beträgt, darf es nicht ein Viertel übersteigen.

§ 6. Die Summe der Subventionen, welche auf diese Art den Staatsschatz treffen, darf während eines Jahres 6 Mill. Francs nicht übersteigen.

§ 7. Nur denjenigen Localbahnen, welche Subvention aus dem Staatsschatz erhalten, kann die Verpflichtung, dem Staate Plätze zu reducirten Preisen oder ganz frei zu überlassen, auferlegt werden.

§ 8. Die Bestimmungen des § 4 des vorliegenden Gesetzes sind auch für Industriebahnen giltig.

Vor Allem ist im vorliegenden Gesetze keine Erwähnung von einer Maximalgeschwindigkeit, und so sehen wir auch in den Bedingungsheften der sogenannten Localbahnen solche Bestimmungen, die nach unserem Begriffe nur Hauptbahnen charakterisiren. So schreibt z. B. das Bedingungsheft der Localbahn von Barbezieux nach Chateauneuf Tarifsätze für drei Wagenclassen vor, ferner Frachtsätze für grosse und kleine Geschwindigkeit etc., und die Eisenbahn ist sowohl ihrer Construction als auch ihrer Administration nach nichts weniger als eine Secundärbahn.

Wir führen dennoch der Vollständigkeit wegen ein Verzeichniss der nach diesem Gesetze ausgeführten Localbahnen im Folgenden an.[36])

Französische Localbahnen. Nach dem Gesetz vom 12. Juli 1865 wurden in den letzten Jahren folgende Bahnen ausgeführt:

23/8	1867	Glos Montfort-Pont Audemer	(Eure)	Westbahn	16	Kilom.
28/12	1868	Pont de l'Arche-Gisors	do.	do.	54	–
15/7	1869	Gisors-Vernonnet	do.	do.	40	–
25/9	-	Belleville-Beaujeu	Rhône	Paris-Lyon	13	–
31/10	-	Arches-Laveline	Vosges	Ost	24	–
6/12	-	Briouze-la ferté Macé	Orne	West	14	–
4/2	1870	Rouen-Petit Quévilly	Seine inf.	do.	2	–
6/4	-	Avricourt-Cirey	Meurth et Mos.	Ost	18	–
5/5	-	Vernon-Vernonnet	Eure	West	2	–
2/8	-	Oiry-Vertus	Marne	Ost	16	–
2/8	-	Paray le Monial Mâcon	Saône et Loire	Paris-Lyon	78	–

[36]) Nach d. Z. d. V. D. E.-V. 1876, p. 163.

0/4	1871	Châlons-Lons le Saulnier	Saône et Jura	Paris-Lyon	66	Kilom.
8/5	-	Achiet-Bapoume	Pas de Calais	Nord	7	-
13/8	-	Lagny-Chars	Seine et Oise	West	13	-
24/8	-	Vertus-Fere Champenois	Marne	Ost	18	-
3/9	-	Carignan-Messempré	Ardennes	Ost	7	-
16/9	-	Rambervillers-Charmes	Vosges	Ost	28	-
21/11	-	Fere Champenois-Sezanne	Marne	Ost	20	-
11/4	1872	Evreux-Louviers	Eure	West	27	-
6/5	-	Polavas-Montpellier	Hérault	Paris-Lyon	12	-
11/5	-	Sezanne Romilly	Marne	Ost	30	-
11/5	-	Bazancourt-Béthéniville	do.	Ost	17	-
15/5	-	Longpré-Gamaches	Seine inf.	Nord	41	-
28/9	-	Orléans-Chartres	Eure et Loire	West et Orl.	76	-
1/10	-	Gamaches-Tréport	Seine inf.	Nord	17	-
11/11	-	Nancy-Vezelise	Meurth et Mos.	Ost	36	-
20/11	-	Barbezieux-Châteauneuf	Charente	Charentes	19	-
22/12	-	Pas de Lanciers-Martigues	Bouches du Rhône	Paris-Lyon	19	-
2/1	1873	Nizan-St. Symphorien	Gironde	Süd	18	-
20/1	-	Pezénas-Mèze	Hérault	Paris-Lyon	20	-
20/2	-	Mamers-St. Calais	Sarthe	West	77	-
23/2	-	Amagne-Vouziers	Ardennes	Ost	72	-
8/3	-	Monthermé (ville)-M. (Phade)	do.	Ost	2	-
1/3	-	Pont-Maugis-Raucourt	do.	Ost	10	-
1/5	-	Dreux-Louviers	Eure et Loire	West	70	-
1/5	-	Pacy-Vernon	do.	West	20	-
15/5	-	Bordeaux-la Sauve	Gironde	Süd	26	-
20/5	-	Chartres-Dreux	(Eure et Loire)	West	43	-
25/5	-	Alençon-Condé s. Huisne	Orne	West	67	-
2/6	-	Orbec-Lisieux	Calvados	West	19	-
21/6	-	Nancy-Grenze gegen Château Salins	Meurth et Mos.	Ost	30	-
20/7	-	Vrigne Meuse-Vrigne aux Bois	Ardennes	Ost	5	-
14/8	-	Gamaches-Abancourt	Seine inf.	Nord	41	-
1/9	-	Montdidier-Peronne	Somme et Oise	Nord	49	-
1/10	-	Peronne-Epehy	do.	Nord	21	-
4/10	-	Bonson-St. Bonnet le Château	Bouches du Rhône	Paris-Lyon	27	-
11/10	-	Béziers-Pezénas	l'Hérault	do.	25	-
15/2	1874	St. Quentin-Origny St. Benoite	Aisne	Nord	23	-
15/4	-	Falaise-Berjou, Pont d'Ouilly	(Calvados)	West	30	-
15/5	-	Poitiers-Saumur	Vienne à Maire-Loire	Orléans	110	-
Juli	-	Longpré-Bouquemaison	Somme	Nord	44	-
-	-	Laveline-Granges	Vosges	Ost	6	-
-	-	Tarascon-St. Remy	Bouches du Rhône	Paris-Lyon	15	-
11/4	1875	Beauvais-Gisors	(Eure et Loire)	Nord	35	-
1/7	-	St. Just-Montdidier	(Somme, Oise)	Nord	22	-
1/7	-	Caen-Suc sur Mer	(Calvados)	West	17	-
15/7	-	Vertaizon-Billom	Puy do Dome	Paris-Lyon	9	-
1/8	-	Origny St. Benoite-Guise	Aisne	Nord	17	-

15/8	1875	Louviers-Elbeuf	Eure et Loire	West	19	Kilom.
Sept.	-	Pons-Royan	Charente	Charente	47	-
-	-	Pont-Rousseau-Parnic	Loire inf.	West	55	-
1/10	-	Montalieu Vercieu Ambérieu	Ain	Paris-Lyon	18	-
1/10	-	Arles-Fontvieille	Bouches du Rhône	do.	9	-

Aus dieser Menge sogenannter Localbahnen, von welchen ein grosser Theil weder billig gebaut wurde, noch je rentiren wird, führen wir als ein Beispiel wirklicher Secundärbahnen mit normaler Spurweite

1. die Héraultbahnen an.

Die Concession begreift mehrere Linien im Département de Hérault, von denen, so viel uns bekannt, bisher nur die Bahn von Montpellier nach Palavas und diejenige von Béziers nach Mèze im Betriebe sind. Der erstere ist 12 Kilom. lang und verbindet die Stadt Montpellier mit dem nahen Ufer des Mittelländischen Meeres. Sie liegt im ebenen Terrain und besitzt hauptsächlich Personenverkehr. Dagegen ist die Bahn von Béziers nach Mèze in einer hügeligen Gegend gelegen und hat einen beträchtlichen Güterverkehr in Landesproducten (hauptsächlich Wein) zu vermitteln. Diese Bahn ist 45 Kilom. lang.

Die Bahn von Montpellier nach Palavas hat während des Zeitraums von 8 Monaten einen geringen Verkehr, so dass die 4—6 Wagen, aus welchen der Zug während dieser Zeit besteht, mit einer leichten Locomotive selbst auf die 25^{mm} Rampe bei Montpellier ohne Schwierigkeit befördert worden. Während der Sommermonate ist dagegen der Verkehr stark. Der Zug besteht dann aus 12 Wagen[37]) (zu 37 und 25 Plätzen), und es werden oft 5000—7000 Personen in jeder Richtung pro Tag transportirt. Dann wird mittelst einer Reservelocomotive, welche in Montpellier stationirt ist und den nächsten Zug herunterfährt, der ankommende Zug hinaufgeschoben.

Die Locomotiven Fig. 1—6 auf Tafel XVIII dieser Bahn, welche 22,4 Tonnen im Dienst wiegen und sechs Räder von $1^m,21$ Durchmesser, wovon vier gekuppelt sind, besitzen, sind auf p. 55 beschrieben worden. Auf der Bèzebahn giebt es nur gemischte Züge. Zwei Arten von Locomotiven sind hier versuchsweise im Betrieb. Eine Tendermaschine mit vier gekuppelten Achsen, welche im Dienst ca. 36 Tonnen wiegt und eine Locomotive System Meyer mit sechs Achsen, welche zu je drei gekuppelt sind. Letztere wiegt ca. 54 Tonnen.

Die Achsbelastung übersteigt daher in keinem Falle diejenige einer Güterwagenachse der Hauptbahnen.

Die Schienen wiegen 25 Kilogr. pro laufenden Meter. Auf dem Hauptbahnhof (d'Esplanade) und auf der erwähnten Rampe der Montpellier-Palavasbahn sind Bessemerschienen, auf der übrigen Strecke nur Eisenschienen verwendet worden. Das Profil ist 110^{mm} hoch, und die Stärken betragen: im Kopfe 50^{mm}, im Steg 12^{mm} und im Fuss 84^{mm}. Diese Schienen liegen auf weichen creosotirten Schwellen, welche 1^m von einander entfernt und $2^m,5$ lang sind. Die Schienen sind auf jeder Schwelle mit vier Tirefonds befestigt. Die Ballastdicke beträgt ca. $0^m,45$ unter Schienenoberkante, die Breite desselben in der Schienenhöhe 3^m und am Erdkörper 4^m.

Der Bahnhof Montpellier-Esplanade (siehe Grundriss Fig. 9 auf Tafel XI) ist ausschliesslich für Personenverkehr angelegt. Am Hauptgleis befindet sich ein etwa

---

[37]) Beschrieben auf p. 74, abgebildet Fig. 1—6 auf Tafel XXIX.

100^m langes und 4^m breites Trottoir. Am Anfang dieses Gleises liegt eine Drehscheibe, welche die Verbindung mit einem kurzen Rangir- und Nebengleis vermittelt.

Die Personenhalle *A* nimmt 207□^{m} Grundfläche ein. Es ist ein ebenerdiges Gebäude, welches ungefähr zur Hälfte auf gewölbten Kellerräumen ruht. Die Stiege zu diesen Kellerräumen liegt ausserhalb des Gebäudes. Der ganze Bau enthält nur vier Mauern und keine Wohnungen. Die Eintheilung der Räumlichkeiten ist mittelst Bretterwänden und Holzgitter bewerkstelligt. — Das Gleis ist mit einer 11^m langen und $9^m,20$ breiten Ueberdachung versehen.

Im Hofe befinden sich in einem kleinen Gebäude *D* von ca. 170□^{m} Grundfläche die sämmtlichen Büreaulocalitäten dieser Eisenbahn bei einander.

Der Rangirbahnhof liegt ca. 1 Kilom. von der Esplanade entfernt. Dort ist eine Remise *L* für zwei Locomotiven und eine kleine Reparaturwerkstätte *P* untergebracht und zwar Alles in Allem auf etwa 300□^{m} Grundfläche. Weiter befinden sich dort: 1 Wagenschuppen *H* für 10 Personenwagen mit Schiebebühne, mit 840□^{m} Grundfläche, ein Materialmagazin *I* mit 150□^{m} Grundfläche, eine 25^m lange Locomotivladebühne, ein Wächterhaus, Abtritte etc., eine Wasserstation *K* mit einem Reservoir von 50 Cubikm. Inhalt, mit einem gemauerten Thurm und mit zweipferdiger Dampfmaschine; schliesslich eine 25^m lange Ladebühne für Güter, welche an einem Gleis mit dem Magazine gelegen ist.

Die Zwischenstation Lattes (Fig. 10 auf Tafel XI) enthält ausser dem Hauptgleis noch ein 270^m langes Ausweichgleis und ein 180^m langes Rangirgleis. Ein Gebäude *A* von 56□^{m} Grundfläche enthält den Wartesaal und ein Büreau des Stationschefs. Es sind keine Dienstwohnungen vorhanden.

Die Station Palavas besteht aus zwei Gruppen: Vor dem Dorf befindet sich eine Haltestelle, welche nur für den Personendienst bestimmt ist und aus einem kleinen Häuschen zur Aufnahme von Passagieren nebst einem längs dem Gleis angebrachten Trottoir besteht. — Der eigentliche Bahnhof (Fig. 11 auf Tafel XI) enthält ausser dem Hauptgleis noch zwei Ausweichegleise. Eines davon schliesst sich an die Hauptbahn mittelst einer am Kopf angebrachten Drehscheibe an.

Ein Gebäude *A* von 115□^{m} Grundfläche enthält den Personen- und Güterdienst. Eine Ueberdachung *B* von 140□^{m} Grundfläche, welche noch durch ein Trottoir von 80□^{m} Grundfläche verlängert ist, dient ausserdem zum Aufenthalt des reisenden Publicums. Der Güterdienst wird in einer Bude von 28□^{m} besorgt; bei welcher eine Ladebühne von 10^m Länge sich befindet. Diese ist nur durch einen verschlossenen Hof zugänglich. In den Ueberdachungen befinden sich überall Bänke. Die Abtritte sind am äusseren Ende untergebracht.

Die Bahn besitzt $13,464^m,90$ Gleis, und die Länge der Nebengleise beträgt ca. 17% von derjenigen der Hauptgleise. Die Gleisvertheilung ist wie folgt:

Hauptgleis,	Stahl	$640^m,00$
-	Eisen	$10,931^m,90$
	Zusammen	$11,571^m,90$
Nebengleis,	Esplanade	$56^m,00$
-	Depôt	$1,100^m,00$
-	Station Lattes	$350^m,00$
-	Bahnhof Palavas	$387^m,00$
	Zusammen	$1,893^m,00$

Der Bahnhof Montpellier ist mittelst zwei Distanzscheibensignalen von 6^m Höhe gedeckt. In Lattes befindet sich bei dem Stationsgebäude eine 7^m hohe Semaphore.

Zum Telegraphen für Dienstdepeschen gehören vier Telegraphenpfosten, von welchen drei in den Stationsgebäuden und eine im Depôt stehen.

Diese Bahn hat mehrere bedeutende Kunstbauten aufzuweisen. Der Esplanadeviaduct ist $335^m,61$ zwischen den äusseren Pfeilern lang und besitzt eine Breite von 8^m zwischen den Gebäuden. Die Brücke über den Cette-Canal in Beaucaire besitzt eine Spannweite von $28^m,8$ und wiegt ca. 50,000 Kilogramm. Diese Brücke soll 45,000 Fr. gekostet haben.[38])

Diese Bahnen, welche in mancher Beziehung als ein Muster von Secundärbahnen mit Normalspur in Frankreich dastehen, wurden unter der Leitung des Ober-Ingenieurs Bazaine von den Herren Joret & Comp. gebaut. Nach dem Kostenüberschlag haben dieselben 125,000 Frcs. pro Kilom. gekostet, in welcher Summe die Fahrbetriebsmittel, etwa 15 bis 20,000 Frcs. pro Kilom., mitbegriffen sind. Das Departement hat ausser dem Grund und Boden noch einen Zuschuss von 75,000 Frcs. pro Kilom. gegeben. Ein Reinertrag von 3000 Frcs. pro Kilom. genügt, um die wirklichen Auslagen, welche 50,000 Frcs. pro Kilom. betragen, zu verzinsen.

Das Bedingungsheft der Héraultbahnen wird oft als eines der besten in Frankreich gepriesen, weshalb wir uns erlauben es hier als Beispiel solcher Bedingungshefte, in Uebersetzung mitzutheilen.

Bedingungsheft der Herault-Bahnen.[39])

Abtheilung I. Construction.

§ 1. Es werden folgende Linien bewilligt:

1) eine Bahn von Saint-Chinian nach Montbazin;
2) eine Bahn von Agde nach Mèze;
3) eine Bahn von Roquessels nach Pezénas;
4) eine Bahn von Montpellier nach Rabieux;
5) eine Bahn von Montpellier nach Palavas.

Die Trace wird folgendermaassen gelegt:

Die Bahn von Saint-Chinian nach Montbazin wird, von einem noch näher zu bestimmenden Punkte ausgehend, durch die oder nahe an die Oerter Cessonon, Cazouls, Maraussan, an der nördlichen Stadtseite von Béziers, dann Boujan, Valros, Servian, Tombes, Pezénas (Nordseite), Montagnac, Mèze, Loupian, Bouzigues und Poussan gehen und schliesst sich auf die Midibahn in Montbazin, oder in der Nähe, an.

(Folgt die Bestimmung der übrigen Linien in ähnlicher Weise, wobei die Linie Roquessels à Pezénas nur bedingungsweise aufgeführt ist.)

§ 2. Die Arbeiten müssen spätestens in sechs Monaten nach Uebernahme des Grund und Bodens angefangen und in acht Jahren beendigt sein. Sie müssen ohne Unterbrechung fortgesetzt werden, so dass die jährlichen Bauauslagen ein Achtel der totalen Bausumme betragen, und werden in einer vom Präfecten, auf Vorschlag der Concessionäre, näher zu bestimmenden Aufeinanderfolge ausgeführt.

Ausserdem muss das ganze Netz in zwei Sectionen getheilt werden, so dass die erste Section, welche höchstens hundert Kilometer lang sein wird, beendigt und dem Betrieb übergeben werden kann, bevor die zweite in Angriff genommen werden darf.

§ 3. Keine Arbeit, welche den Bau dieser Eisenbahnen oder deren Dependenzen betrifft, darf ohne Bewilligung des Präfecten vorgenommen werden.

Zu diesem Zwecke muss der Concessionär die Trace und das Profil der Bahn, sowie die Projecte aller Kunstbauten und Bahnhöfe dem Präfecten zur Genehmigung vorlegen.

Diese Projecte müssen insbesondere bei jeder Bahn und bei jeder Section Folgendes enthalten:

---

[38]) Wegen dieser interessanten Construction u. a. verweisen wir auf die Annales Industrielles, aus welchen unsere Angaben meistentheils geschöpft sind.

[39]) Siehe das »Bulletin« von 1867, Nr. 1525.

einen Generalplan im Maassstabe von 1 : 10,000;
ein Längenprofil und Normalien für Querprofile;
Detailpläne im Maassstabe von 1 : 1000, in welchen insbesondere der durch die Eisenbahn und deren Dependenzen beanspruchte Grund und Boden bezeichnet ist und welche die Stationen und ihre Umgebung, sowie die an den berührten Gewässern und Communicationswegen getroffenen Arbeiten enthalten;
Zeichnungen aller Kunst- und Hochbaunormalien, wie solche auf der Bahn ausgeführt werden sollen;
einen Bericht, in welchem die Hauptdispositionen begründet werden.

Die Projecte müssen in zwei Exemplaren angefertigt sein. Eines davon wird dem Concessionär mit der Unterschrift des Präfecten zurückerstattet; das zweite bleibt in Händen des ersten Controlbeamten.

Den Concessionären steht es frei, sowohl vor als auch während der Ausführung Aenderungen nach eigenem Gutachten vorzuschlagen; sie dürfen aber nur mit Bewilligung des Präfecten ausgeführt werden.

§ 4. Die Gleise werden, mit Ausnahme der Bahnhöfe und solcher Punkte, in welchen mehrere Gleise nöthig sind, nur einfach gelegt.

§ 5. Die Bahntracen müssen derart gewählt werden, dass sie die grösstmögliche Anzahl Ortschaften berühren.

Die Bahn darf auch auf öffentlichen Communicationswegen angelegt werden, vorausgesetzt, dass der Circulation auf diesen Wegen keine Behinderung und den Wegen keine neue Auslagen dadurch entstehen.

In solchen Ortschaften, wo die Bahn von bestehenden Bahnen unabhängige Bahnhöfe anlegen wird, muss in allen Fällen eine Verbindungsbahn mit denselben hergestellt werden.

§ 6. Die Spurweite soll zwischen 1^{m},44 und 1^{m},45 liegen.

Die Entfernung zwischen zwei aneinander liegenden Gleisen, wo Doppelgleise vorkommen, soll 1^{m},80 im Lichten betragen.

Zwischen der äusseren Schienenkante bis zum Rande des Böschungskörpers oder des Grabens muss mindestens 1^{m} Breite bleiben.

Der Concessionär ist verpflichtet, längs der Bahn Gräben zur Entwässerung der Bahn und zum Ableiten des Wassers anzulegen.

§ 7. Die geraden Strecken werden mit Bögen verbunden, deren Halbmesser wenigstens 100^{m} betragen muss.

Die Maximalsteigung und das Maximalgefälle wird auf 30^{mm} festgestellt.

§ 8. Finden Ueber- und Unterführungen öffentlicher Communicationswege statt, so werden die Dimensionen, die lichte Oeffnung der Viaducte und die Breite zwischen dem Brückengeländer nach Maassgabe der Localverhältnisse durch den Präfecten bestimmt, wobei jedoch die entsprechend kleinsten Dimensionen so gross sein müssen wie auf der Midibahn.

Die kleinste Breite zwischen dem Geländer eines Viaductes muss wenigstens 4^{m} betragen, und die lichte Höhe über Schienenoberkante darf, wo Züge durchfahren, nicht unter 4^{m},300.

Die kleinste lichte Oeffnung darf bei Brücken nicht unter 4^{m} und die lichte Höhe über Schienenoberkante, da wo Züge durchfahren, nicht unter 4^{m},300 betragen.

§ 9. Im Falle Strassen und andere öffentliche oder private Communicationswege gekreuzt werden, dürfen die Schienen nicht beträchtlich über das Niveau herausragen oder darunter liegen, und es darf dadurch die Circulation von Fuhrwerken keineswegs erschwert sein.

Niveaukreuzungen meist frequentirter Strassen müssen in allen Fällen, wo es die Behörde für nöthig erachtet, mit Barrièren versehen werden.

Die Barrièren dürfen nur dann geschlossen sein, wenn Züge vorbeifahren.

§ 10. Bei Strassenverlegungen darf man den Kaiser- oder Departementstrassen keine grössere Steigung oder Gefälle als 30^{mm} und den Vicinalstrassen keine grössere Steigung oder Gefälle als 50^{mm} geben. Es wird jedoch bei Vicinal- und Departementstrassen dem Präfecten und bei Kaiserstrassen dem Minister die freie Bestimmung einzelner Fälle, in welchen bezüglich dieses Punktes Ausnahmen zu machen sind, vorbehalten.

§ 11. Der Concessionär ist verpflichtet, auf eigene Unkosten den freien Lauf aller

Gewässer, wo eine Störung, Unterbrechung, oder Veränderung desselben durch seinen Bau verursacht wurde, wieder herzustellen und zu sichern. Viaducte, welche strömendes Wasser durchlassen sollen, müssen wenigstens 4^m lichter Oeffnung erhalten. Die Höhe und die Länge zwischen den Böschungen werden durch den Präfecten für jeden einzelnen Fall nach den Verhältnissen besonders bestimmt.

§ 12. Tunnel, welche von der Eisenbahn durchfahren werden sollen, müssen in der Schienenhöhe wenigstens eine lichte Weite von 4^m erhalten; die lichte Höhe über Schienenoberkante darf nicht unter 4^m,30 betragen.

§ 13. Dem Concessionär ist es erlaubt, bezüglich der § 7 bis 12 Aenderungen vorzuschlagen, dieselben können aber nur nach vorhergehender Anerkennung des Präfecten zur Ausführung kommen.

§ 14. Der Bau darf den Verkehr auf schiff- oder flössbaren Wasserstrassen in keinem Falle stören oder unterbrechen, und der Concessionär ist verpflichtet, in solchen Fällen alle Vorkehrungen zu treffen und alle Auslagen zu tragen, welche zur Verhütung der Störungen oder Unterbrechungen benöthigt werden.

Ebenso muss beim Begegnen von Kaiser- und Departementstrassen oder anderen öffentlichen Wegen der Concessionär jede Vorkehrung treffen, um den Verkehr weder zu stören noch zu unterbrechen.

Die bestehenden Communicationswege dürfen erst nach Empfang einer schriftlichen Erklärung des controlirenden Departementsbeamten irgendwie geändert werden, damit er constatire, ob die provisorischen Bauten genügende Festigkeit besitzen und den ungestörten Verkehr sichern.

Der Präfect hat eine Frist behufs Vollendung der definitiven Bauten an der Stelle, wo der Communicationsweg geändert wurde, zu bestimmen.

§ 15. Der Concessionär darf nur Materialien von guter Qualität zum Bau gebrauchen; er ist verpflichtet, einen soliden Bau zu liefern und alle betreffenden Regeln der Kunst zu beobachten.

Alle Wasserleitungen, Durchlässe und Durchfahrten, Brücken und Viaducte, welche er an Wasser- und anderen öffentlichen oder privaten Strassen und Wegen herzustellen hat, müssen aus Mauerwerk oder Eisen bestehen, mit Ausnahme einzelner Fälle, welche die Präfectoralverwaltung zu erlauben hat.

§ 16. Der Oberbau muss solide und aus Material von guter Qualität hergestellt werden.

§ 17. Der sämmtliche Grund und Boden, welcher zum Bau der Bahnen und ihrer Dependenzen benöthigt wird, mit Inbegriff der Bahnhöfe und Stationen, sowie der Verlegung von Communicationswegen und Gewässern und für alle Arten Arbeiten, welche der Bau verursacht, muss vom Departement aus angekauft und bezahlt und dem Concessionär unentgeltlich als Subvention übergeben werden.

Die zufolge vorübergehender Benutzung oder zufolge einer Beschädigung des Bodens, sowie überhaupt alle durch den Bau verursachten Verzögerungen und Schädigungen hat der Concessionär zu tragen und zu zahlen.

§ 18. Indem das Unternehmen dem öffentlichen Nutzen (d'utilité publique) dient, werden dem Concessionär und dem Departement für alle Arbeiten, welche die vorliegende Concession begreift, alle Rechte ertheilt, welche das Gesetz und die diesbezüglichen behördlichen Vorschriften in Sachen von öffentlichen Arbeiten gewähren, sei es bezüglich Grundeinlösung im Wege der Expropriation, oder sei es bezüglich der Gewinnung, des Transportes und des Ablagerns von Erde, Materialien etc., wobei sie zu gleicher Zeit allen Verpflichtungen obliegen, welche aus diesen Gesetzen und Vorschriften für die Behörde erfolgen.

§ 19. Der Concessionär ist verpflichtet, bei den Vorarbeiten sowie bei der Ausführung seines Projectes, im Falle diese in den Grenzgebieten oder Festungsrayons gelegen sind, alle Formalitäten und alle Bedingungen zu erfüllen, welche die die gemischten Arbeiten betreffenden Gesetze, Decrete und Reglemente erfordern.

§ 20. Im Falle die betreffenden Bahnen in einen bereits zum Bergwerksbetrieb concessionirten Bezirk zu liegen kommen, hat die Behörde alle Maassregeln zu treffen, damit die Anlage der Eisenbahn den Bergwerksbetrieb nicht hindert, und, im umgekehrten Falle, dass der Bergwerksbetrieb die Existenz der Eisenbahn nicht gefährdet.

Die etwaigen Sicherungsarbeiten, welche in dem Bergwerk zufolge der darüber führen-

den Eisenbahn ausgeführt werden müssen, sowie jeden dem Bergwerk durch das Darüberführen der Eisenbahn entstehenden Schaden muss der Concessionär tragen.

§ 21. Wenn die Eisenbahn über Steinbrüche geführt wird oder durch einen unter denselben befindlichen Tunnel zu fahren hat, so darf sie nicht früher in Betrieb kommen, ehe die Aushöhlungen der Steinbrüche, insofern sie die Betriebssicherheit gefährden, nicht gehörig angefüllt und befestigt worden sind. Die Präfectoralbehörde hat die Art und Weise sowie die Ausdehnung der zu diesem Zwecke zu unternehmenden und durch den Concessionär auf dessen Kosten zu verrichtenden Arbeiten zu bestimmen.

§ 22. Die Ausführung der Arbeiten betreffend, ist der Concessionär verpflichtet, die Ministerialerlasse, durch welche die Arbeit an Sonn- und Feiertagen verboten wird, einzuhalten.

§ 23. Der Concessionär hat freie Wahl in den Mitteln und in den Beamten, welche er zur Ausführung seiner Arbeiten gebrauchen will, mit der Bedingung jedoch, dass sie unter Controle und Ueberwachung der Departementsbehörde unternommen wird.

Diese Controle und Ueberwachung hat zum Zwecke, jede Nichteinhaltung der durch gegenwärtiges Bedingungsheft vorgeschriebenen Dispositionen sowie derjenigen, welche aus den genehmigten Projecten resultiren, seitens des Concessionärs zu verhindern.

§ 24. In dem Maasse, als die Arbeiten an den einzelnen Bahnstrecken derart beendigt sein werden, dass sie mit Erfolg dem Betrieb übergeben werden können, wird auf Ansuchen des Concessionärs die Anerkennung und, wenn möglich, auch die Uebernahme durch einen oder mehrere vom Präfecten ernannte Commissäre erfolgen.

Auf Grund des Anerkennungsprotocolls hat der Präfect, wenn möglich, die Betriebseröffnung der betreffenden Bahnstrecke zu erlauben; nach dieser Erlaubniss kann der Concessionär diese Bahnstrecke in Betrieb setzen und darauf die unten bestimmten Taxen erheben.

§ 25. Der Concessionär ist verpflichtet, nach vollständiger Beendigung der Arbeiten, und in einem seitens der Behörde bezeichneten Termine, auf gemeinschaftliche Kosten mit dem Departement, einen Grenzplan (bornage contradictoire) und einen Katastralplan der Eisenbahn und ihrer Dependenzen anfertigen zu lassen. Er lässt, ebenfalls auf gemeinschaftliche Kosten mit dem Departement, eine Beschreibung aller ausgeführten Kunstbauten anfertigen; dieser Beschreibung muss ein cotirte Zeichnungen aller Kunstbauten enthaltender Atlas beigefügt werden.

Ein vorschriftsmässig beglaubigtes Exemplar der Grenzprotocolle, des Katastralplans, der Beschreibung und des Atlasses, welches vom Concessionär unterschrieben und auf gemeinschaftliche Kosten mit dem Departement angefertigt wurde, wird im Archive der Präfectur aufbewahrt. Etwaige nach der allgemeinen Grenzbestimmung durch den Concessionär zum Zwecke der Betriebserfordernisse nachträglich erworbene Grundstücke werden in Zeichnung als Nachtrag den Grenz- und Katastralplänen beigefügt; ebenso müssen alle nachträglich errichteten Kunstbauten dem Atlas beigefügt werden.

Abtheilung II. Erhaltung und Betrieb.

§ 26. Die Bahnen und alle ihre Dependenzen müssen fortwährend in gutem Zustande gehalten werden, so dass die Circulation leicht und sicher geschehen kann.

Der Concessionär muss alle Kosten tragen, welche durch die Erhaltung, sowie durch gewöhnliche und aussergewöhnliche Reparaturen verursacht werden.

Im Falle die bereits vollendeten Eisenbahnen nicht fortwährend in gutem Zustande erhalten werden, so hat das vom Departementsbeamten aus zu geschehen, und zwar auf Veranlassung der Präfectoralbehörde und auf Kosten des Concessionärs.

Der Betrag der darauf entfallenden Ausgaben wird auf Listen erhoben, welche der Präfect executorisch zu machen hat.

§ 27. Der Concessionär ist verpflichtet, überall wo es wegen Sicherheit der auf der Bahn fahrenden Züge, sowie der auf den Niveaukreuzungen stattfindenden gewöhnlichen Circulation als nöthig erscheint, und wo Barrièren aufgestellt werden müssen, auf seine Kosten die nöthige Anzahl Wächter anzustellen.

§ 28. Die Locomotiven sollen ihren Rauch verzehren (?) und allen Anforderungen, welche die Behörde für diese Art Maschinen vorschreibt oder vorzuschreiben hat, genügen.

Ebenso müssen die Personenwagen allen Vorschriften, welche für solche Eisenbahn-

wagen gelten oder gelten werden, entsprechen. Sie müssen bedeckt, mit Federaufhängung und mit Bänken versehen sein.

Alle Theile des Fahrmaterials müssen gut und solide gebaut sein.

Der Concessionär ist verpflichtet, allen diesbezüglichen Vorschriften behufs Inbetriebsetzung dieses Materials sich zu unterziehen.

Das Fahrmaterial muss stets in gutem Zustand erhalten werden.

§ 29. Das Präfectorat hat, nach Rücksprache mit dem Concessionär, durch Beschlüsse alle Maassregeln und Dispositionen zu bestimmen, welche zur Sicherung der Eisenbahnpolizei und des Betriebes und zum Instandhalten der Eisenbahnbauten als nöthig erscheinen.

Alle Ausgaben, welche die Ausführung solcher Maassregeln in Folge der Beschlüsse verursacht, fallen dem Concessionär zu Lasten.

Der Concessionär ist verpflichtet, alle Dienst- und Betriebsvorschriften dem Präfecten zur Genehmigung vorzulegen.

Die kleinste Fahrgeschwindigkeit, mit Ausschluss des Anhaltens, soll 20 Kilom. in der Stunde betragen; dieses Minimum darf beim Befahren von Steigungen von 15^{mm} auf den Meter und darüber höchstens um die Hälfte reducirt werden.

Es müssen wenigstens zwei Züge in jeder Richtung in der ganzen Bahnlänge pro Tag fahren und an jeder Station anhalten.

§ 30. Der Concessionär ist verpflichtet, die Eisenbahnen, ihre Dependenzen und das Fahrmaterial in gutem Zustande zu halten.

Die Maassregeln der Controle und Ueberwachung sollen jedoch möglichst gemildert sein, und soll dem Betrieb jede Freiheit und Erleichterung gegeben werden, soweit es sich mit der öffentlichen Sicherheit verträgt.

Abtheilung III. Dauer, Rückkauf und Erlöschen der Concession.

§ 31. Die Dauer der Concession wird für die bewilligten Linien auf 99 Jahre festgesetzt. Sie wird vom Zeitpunkt des Erlöschens des für die Beendigung der Arbeiten im § 2 festgesetzten Termines gerechnet.

§ 32. Nach Ablauf der Concessionsdauer und zufolge der Erlöschung der Concession gehen alle die Eisenbahn und deren Dependenzen betreffenden Rechte des Concessionärs an das Departement über, welches von dem Zeitpunkte an auch alle Einkünfte derselben empfangen soll.

Der Concessionär ist verpflichtet, die Eisenbahnen und alle dazu gehörigen Immobilien, ohne Rücksicht auf deren Herkommen, als Bahnhofs- und Stationsgebäude, Remisen, Werkstätte und Depôts, Wächterhäuser etc. dem Departement in gut erhaltenem Zustande zu übergeben. Dasselbe gilt in Bezug auf alle solche zu den besagten Eisenbahnen gehörigen Immobiliargegegenstände, wie Barrièren, Zäune, Oberbau, Weichen, Drehscheiben, Wasserreservoire, Wasserkrahne, fixe Maschinen etc.

Das Departement ist während der fünf letzten Concessionsjahre verpflichtet, im Falle der Concessionär die vorgeschriebenen Bedingungen nicht ganz pünktlich halten sollte, alle Einkünfte dieser Eisenbahnen und ihrer Dependenzen zu confisciren.

Was die beweglichen Gegenstände dieser Eisenbahnen, als die Fahrbetriebsmittel, Brenn- und sonstiges Material, das Stationsmobiliar, Stations- und Werkstättenwerkzeug etc. anbelangt, so hat das Departement, im Falle es der Concessionär abgiebt, diese Gegenstände in Expertenschätzung zu übernehmen, während im entgegengesetzten Falle, wenn es das Departement übernimmt, der Concessionär zur Abtretung in derselben Weise verpflichtet ist.

Das Departement ist jedoch nur zur Uebernahme von Vorrath für einen sechsmonatlichen Betrieb verpflichtet.

§ 33. Nach Ablauf der ersten 15 Concessionsjahre hat das Departement das Recht, jederzeit die Eisenbahnen anzukaufen.

Um den Kaufpreis zu bestimmen, hat man die Erträgnisse während der letzten sieben dem Einkauf unmittelbar vorangehenden Jahre zu ermitteln, woraus der Reinertrag der zwei schwächsten Jahre und der mittlere Reinertrag der fünf übrigen Jahre bestimmt wird.

Dieser mittlere Ertrag bildet die Annuität, welche dem Concessionär für jedes zur vollen Concessionsdauer noch fehlendes Jahr vergütet wird.

In keinem Falle darf aber der Betrag dieser Annuität kleiner ausfallen, als der Reinertrag des letzten von den sieben zum Vergleich genommenen Jahrgängen.

Ausserdem bekommt der Concessionär im Laufe der drei nach dem Zeitpunkt des Rückkaufes folgenden Monate diejenige Entschädigung, zu welcher er laut § 33 nach Erlöschen der Concession berechtigt wäre.

§ 34 Im Falle der Concessionär während des durch § 2 festgesetzten Termines die Arbeiten nicht anfängt, so verliert er alle diesbezüglichen Rechte, und zwar ohne vorhergehende Anzeige und Erklärung. In diesem Falle geht der Betrag von 200,000 Francs, welcher laut § 61 als Caution zurückgelegt ist, ans Departement über und bleibt dessen Eigenthum.

§ 35. Sollte der Concessionär in dem durch § 2 festgestellten Termine seine Arbeiten nicht vollenden, oder den übrigen in diesem Bedingungshefte enthaltenen Verpflichtungen nicht genügen, so verfällt seine Concession dem Erlöschen.

Alle ausgeführten Arbeiten, alles Vorrathsmaterial, sowie alle bereits im Betriebe befindlichen Eisenbahnstrecken sammt dem Material sollen in diesem Falle an das Departement übergehen, welches über die Mittel zur Fortsetzung und Beendigung der Arbeiten sowie über alle Betriebsbedingungen zu verfügen hat.

Sämmtliche Concessionsrechte erlöschen ohne jede Vergütung.

Der Concessionär hat kein Recht, den noch nicht bezahlten Subventionsbetrag zu beanspruchen, und derjenige Cautionsbetrag, welcher noch nicht zurückerstattet wäre, würde dem Departement als Eigenthum verfallen.

§ 36. Wenn der Eisenbahnbetrieb zum Theil oder ganz unterbrochen wird, so hat der Präfect sogleich alle Maassregeln zu treffen, um auf Kosten und Gefahr des Concessionärs den Betrieb zu sichern.

Sollte im Laufe von drei Monaten während des provisorischen Dienstes der Concessionär keinen genügenden Beweis seiner Fähigkeit zur Wiederaufnahme, beziehungsweise Fortsetzung des Betriebes gegeben haben, so kann der Präfect die Erlöschung durch den Conseil de préfecture und ohne Rücksicht auf den Conseil de l'État erklären; der Concessionär verliert alle Rechte, und es tritt das im vorigen Paragraphen bezeichnete Verfahren ein.

§ 37. Im Falle der Concessionär durch eine vorschriftsmässig festgesetzte force majeure verhindert war, die Verpflichtungen zu erfüllen, so hören die Dispositionen der vorhergehenden drei Paragraphen auf zu gelten.

Abtheilung IV.
Subventionen, Tarife und Transportbedingungen für Personen und Güter.

§. 38. Das Departement verpflichtet sich, neben der unentgeltlichen Abtretung des Grund und Bodens, wie sie oben in § 17 näher bezeichnet ist, dem Concessionär für jeden Kilometer der concessionirten Eisenbahn die Summe von 75,000 Francs Subvention zu geben.

Diese Subvention wird in zwanzig halbjährigen Raten, jede als Hälfte der in der Tabelle bezeichneten Annuitäten, vom Departement, mit Abzug des Betrages für Grundeinlösungsentschädigungen, ausbezahlt.

Die letzte Abzahlung findet in den drei ersten Monaten nach Eröffnung der Bahnen statt.

Der Concessionär muss vor jeder Abschlagszahlung eine Ausgabe für Arbeiten, Proviant- und Materiallieferungen ausweisen können, welche wenigstens um 50 % die Summe der schon erhaltenen Abschlagszahlungen übersteigt.

§ 39. Dem Concessionär werden zur Vergütung seiner Arbeiten und der Auslagen, zu welchen er sich laut dieses Bedingungsheftes verbindet, und mit der ausdrücklichen Bedingung, dass er allen gestellten Verpflichtungen genügt, für die ganze Dauer seiner Concession dieselben Bahngelder (prix de péage) und Transporttarife wie der Midibahn, jedoch mit Abschlag von 2 Centimes auf jeder Classe, bewilligt, und mit der Bedingung, dass die Personentarife nach folgender Tabelle reducirt und bestimmt werden:

	Tarif		
	Bahngeld Frcs.	Fahrgeld Frcs.	Im Ganzen Frcs.
Preis eines Sitzes I. Classe . .	0,05	0,03	0,08
Preis eines Sitzes II. Classe . .	0,03	0,02	0,05

Die Staatssteuer ist in diesen Preisangaben nicht inbegriffen.

Es wird ausdrücklich bemerkt, dass der Concessionär nur dann das Fahrgeld zu erheben hat, wenn er den Transport auf seine Kosten und durch seine Mittel besorgt; im entgegengesetzten Falle ist er blos zu den Bahngeldern berechtigt.

Die Gebühren werden nach der Anzahl durchlaufener Kilometer berechnet. Jeder angefangene Kilometer wird für einen ganzen gezählt.

Die Tonne wiegt 1000 Kilogr. Bruchtheile des Gewichts werden sowohl für Frachtgüter als auch für Eilgüter nur auf Hundertstel einer Tonne oder auf 10 Kilogr. abgerundet.

In dieser Weise zählt jedes zwischen 0 und 10 Kilogr. enthaltene Gewicht für 10 Kilogr., ein jedes zwischen 10 Kilogr. und 21 Kilogr. für 20 Kilogr. etc.

Für das überschüssige Gewicht von Reisegepäck und für Eilgüter werden jedoch noch folgende Bruchtheile gezählt: 1) von Null bis 5 Kilogr.; 2) über 5 Kilogr. bis 10 Kilogr.; über 10 Kilogr. nach ungetheilten Zehnern von Kilogrammen.

Bei keiner Entfernung darf der Preis weder einer Fracht- noch einer Eilgutsendung unter 40 Centimes fallen.

Der Concessionär ist verpflichtet, an Sonn- und Feiertagen Retourbillete mit blos eintägiger Gültigkeit von jeder Station zu jeder anderen für einen um 30 % reducirten Preis auszugeben.

Es ist ihm gestattet, die Personenbillete durch die Conducteure während der Fahrt ausgeben zu lassen, mit der Bedingung, dass er das nach seiner Ansicht vortheilhafteste Controlsystem einführt.

§ 40. Im Zug müssen immer genügend viele Plätze beider Classen für alle Reisenden, welche zur Casse kommen, vorhanden sein, und nur bei einer besonderen Autorisation oder beim Vorhandensein einer Force majeure können Ausnahmen stattfinden.

Dem Concessionär ist es erlaubt, in jeden Zug besondere Wagen einzustellen oder besondere Coupés bereit zu halten, für welche er eigene Preise stellt.

§ 41. Kein Reisender hat für sein Gepäck, so lange es nicht über 30 Kilogr. wiegt, einen Zuschlag auf den Preis seines Platzes zu entrichten.

Diese Erleichterung hat jedoch auf nicht zahlende Kinder keinen Bezug.

Denjenigen Reisenden, deren Reisegepäck keine 30 Kilogr. wiegt, sowie jenen, welche Nahrungsmittel und Agriculturproducte in Körben oder Säcken von weniger als 30 Kilogr. Gewicht zu Markte tragen, soll es ermöglicht sein, ihr Gepäck auf besondere in den Wagen oder Waggons dafür bestimmte Plätze zu stellen, um sie beim Absteigen ohne Einschreibegebühr wieder in Empfang zu nehmen.

§ 42. Thiere, Nahrungsmittel, Kaufwaare, Effecten und andere im Tarif nicht näher bezeichnete Gegenstände werden bezüglich der zu erhebenden Gebühren in diejenigen Classen einzureihen sein, mit welchen sie die meiste Aehnlichkeit besitzen, wobei aber, ausser den in § 44 und § 45 weiter unten bezeichneten Ausnahmen, keine Waare einen höheren Tarif, als der der ersten oben bezeichneten Classe, bekommen darf.

§ 43. Die Bahn- und Fahrgebüren, wie sie im obigen Tarife bezeichnet sind, finden keine Anwendung auf eine ungetheilte Masse von mehr als 3000 Kilogr.-Gewicht. Die Gesellschaft wird, im Falle sie derartige Gegenstände transportiren soll, die Frachtgebühr selber bestimmen.

§ 44. Die im Tarif bestimmten Transportgebühren finden folgende Ausnahmen:

1) Bei Nahrungsmitteln und bei solchen Gegenständen, welche auf einen Kubikmeter Inhalt unter 200 Kilogr. wiegen.
2) Bei Stoffen, welche leicht Feuer fangen oder explodiren, bei gefährlichen Thieren und Gegenständen, für welche die Polizeivorschriften besondere Vorsichten vorschreiben.
3) Bei Thieren, deren declarirter Werth über 5000 Francs beträgt.
4) Bei Gold und Silber, sei es in Barren, in Geld, im verarbeiteten oder

im geschlagenen Zustande; bei Quecksilber und Platin, sowie bei Schmuck, Spitzen, Edelsteinen, Kunst- und anderen Werthgegenständen.

5) Bei allen Packeten, Sendungen und Gepäcküberschüssen im Allgemeinen, welche für sich 40 Kilogr. oder weniger wiegen.

Die Tarifpreise gelten jedoch für alle Packete oder Ballen, welche, obwohl für sich verpackt, doch einen Theil derselben durch einen Absender an einen und denselben Adressaten geschickten Sendung von zusammen mehr als 40 Kilogr. Gewicht bilden. Dasselbe gilt für Gepäcküberschüsse, welche zusammen oder für sich mehr als 40 Kilogr. wiegen.

Der im vorigen Paragraphen bezeichnete Vortheil, insofern er sich auf Packete und Collis bezieht, kann nur dann von Spediteuren und den sonstigen Transportvermittlern beansprucht werden, wenn die bezüglichen Gegenstände ein einziges Colli bilden.

Die Preise für die oben besonders genannten fünf Specialfälle werden jedes Jahr durch den Präfecten auf Vorschlag des Concessionärs bestimmt.

Was die oben in § 5 erwähnten Collis und Packete anbelangt, so müssen die Transportpreise derart berechnet werden, dass keines von diesen Packeten oder Colli einen höheren Preis bezahlen muss, als ein Gegenstand derselben Art, wenn er mehr als 40 Kilogr. wiegen würde.

§ 45. Die Gebühraushebung muss ohne Unterschied und Bevorzugung geschehen.

Jeder Vertrag, welcher die Fracht bei einem oder mehreren Absendern vermindern würde, muss auch für jeden anderen Absender, sobald derselbe die Bedingungen des ersteren stellt, ebenfalls angewendet werden.

Diese Bestimmung hat jedoch keine Gültigkeit bei Verträgen, welche im Interesse des öffentlichen Dienstes interveniren, und ebenfalls nicht bezüglich derjenigen Nachlassungen und Rückzahlungen, welche der Concessionär bedürftigen Armen etwa ertheilen würde.

Im Falle vorkommender Tarifreduction muss dieselbe in gleichem Verhältniss auf das Bahngeld wie auf das Fahrgeld vertheilt werden.

§ 46. Der Concessionär ist verpflichtet, zu allen Zeiten den ihm anvertrauten Transport von Reisenden, Thieren, Nahrungsmitteln und jeder Art Waaren und Gegenständen mit möglichster Genauigkeit und Schnelligkeit unparteiisch zu besorgen.

Durch Verordnungen, welche vom Conseil général genehmigt sein müssen, werden nach Beiziehung des Concessionärs, die geringste Effectivgeschwindigkeit der Personenzüge, die auf Camionage bezüglichen Dispositionen, die Transportformalitäten und Recepisse (falls solche ausgegeben werden), die in den Tarifen erwähnten Nebengebühren, als Einschreibe-, Ladungs-, Ausladungs- und Magazingebühren, sowie Verzug- und Remisegebühren, alljährlich bestimmt.

Durch diese Verordnungen werden ebenfalls die Manipulations- und Stationirungsgebühren festgestellt.

§ 47. Die Präfectoralverwaltung hat durch besondere Verordnungen nach Vorschlag des Concessionärs zu bestimmen:

1) Die Anzahl der Züge, welche täglich auf jeder Bahn fahren müssen.

2) Die Abfahrts- und Ankunftszeit jedes Zuges, owie seine Fahrgeschwindigkeit.

Der Concessionär ist zum Nachtdienst nicht verpflichtet.

§ 48. Die in den Tarifen erwähnten Nebengebühren, als Einschreibe-, Ladungs-, Ausladungs- und Lagergelder werden alljährlich durch den Präfecten, nach Vorschlag des Concessionärs, festgestellt.

§ 49. Es ist dem Concessionär untersagt, besondere Autorisation ausgenommen, direct oder indirect mit Personen- oder Gütertransportunternehmern Vorkehrungen, unter welcher Form oder Namen es auch wäre, zu treffen, falls diese Vorkehrungen zu gleicher Zeit auch allen übrigen Unternehmern, welche sich des bezüglichen Communicationsweges bedienen, nicht gewährleistet werden.

Der Präfect hat Maassregeln zur Sicherung der grösstmöglichen Gleichstellung aller Transportunternehmer in ihrem Verhältniss zu den Eisenbahnen vorzuschreiben.

Abtheilung V.
Bestimmungen, welche sich auf verschiedene öffentliche Dienste beziehen.

§ 50. Die Functionäre und Beamten, welche die Eisenbahncontrole auszuüben haben, müssen unentgeltlich gefahren werden. Der Präfect hat den Stand dieser Functionäre und Beamten nach Anhören des Concessionärs alljährlich festzustellen.

§ 51. Die Behörde behält sich das Recht vor, den Bahnen entlang alle Constructionen auszuführen und Telegraphenleitungen zu legen, insofern es den Eisenbahndienst nicht beeinträchtigt.

Der Concessionär muss durch seine Angestellten die Telegraphendrähte und Leitungen bewachen lassen und den Telegraphbeamten alle diesbezüglichen Vorkommnisse angeben und ihnen die Ursachen davon mittheilen lassen. Die Angestellten des Concessionärs sind verpflichtet, im Falle die Drahtleitung reisst, die beiden zerrissenen Theile nach den ihnen zu diesem Zwecke ertheilten Instructionen provisorisch zu verbinden. Sollten Drahtleitungen, Apparate oder Telegraphenstangen wegen Eisenbahnarbeiten versetzt werden, so müssen solche Versetzungen durch die Telegraphenbehörde auf Kosten des Concessionärs stattfinden.

Der Concessionär ist verpflichtet, alle Telegraphendrähte und Apparate, welche zum Geben der für die Sicherheit und Regelmässigkeit seines Betriebes nöthigen Signale dienen sollen, auf eigene Kosten herzustellen.

Er kann sich, mit Bewilligung des Ministeriums des Innern, bestehender Telegraphenstangen der Staatstelegraphenleitung bedienen, im Falle solche längs der Bahn sich befinden.

Der Concessionär hat sich allen in Bezug auf diese Apparate von seiten der öffentlichen Behörden erlassenen Verordnungen zu unterziehen.

Abtheilung VI. Verschiedene Bestimmungen.

§ 52. Im Falle irgend welche Bauten an Kaiser-, Departement- oder Vicinalstrassen, Eisenbahnen oder Canälen, welche die hiermit concessionirten Linien schneiden, durch die Behörde verordnet oder bewilligt werden, so darf sich der Concessionär diesen Arbeiten nicht entgegenstellen. Es werden andererseits alle Vorkehrungen getroffen, damit kein Hinderniss für den Bau oder den Betrieb der betreffenden Eisenbahnen und auch keine Unkosten für den Concessionär dadurch entstehen können.

§ 53. Keine später stattfindende Ausführung oder Bewilligung von Strassen, Canälen, Eisenbahnen oder Schifffahrtsanlagen, sei es in der Gegend dieser Eisenbahn oder in der Nachbarschaft, können dem Concessionär Grund zu einer Entschädigung geben.

§ 54. Die Behörde behält sich ausschliesslich das Recht vor, neue Abzweigungen oder Fortsetzungen der concessionirten Eisenbahnen zu bewilligen.

Der Concessionär darf sich diesen Zweigbahnen weder widersetzen, noch darf er auf Grund ihrer Ausführung irgend welche Entschädigung beanspruchen, ausgenommen, wenn durch solche Anlagen ein Hinderniss für die Circulation oder besondere Auslagen auf seine Rechnung entstehen würden.

Die Concessionäre der neuen Zweig- oder Verlängerungsbahnen werden das Recht haben, auf Grund der oben angeführten Tarifsätze und der bestehenden oder bis dahin erlassenen Polizeivorschriften ihre Wagen und Locomotiven auf den gegenwärtig concessionirten Bahnen circuliren zu lassen, welches Recht reciprok auch für diese gilt.

Der Concessionär ist jedoch nicht verpflichtet, solche Fahrzeuge auf seiner Bahn circuliren zu lassen, deren Gewicht und Dimensionen den Grundelementen seiner Bahn widersprechen.

In Streitigkeitsfällen, welche durch Ausübung dieser Gegenseitigkeit zwischen einzelnen Gesellschaften etwa entstehen sollten, hat die Präfectoralbehörde die betreffenden Schwierigkeiten zu untersuchen.

Im Falle der Concessionär einer Zweig- oder einer anschliessenden Verlängerungsbahn von der in gegenwärtiger Concession genannten Gegenseitigkeit keinen Gebrauch machen wollte, sowie in dem Falle, wenn der gegenwärtige Concessionär die Möglichkeit der Circulation auf den Verlängerungs- und Zweigbahnen nicht benutzen würde, sind die

Concessionäre verpflichtet, solche Vorkehrungen zu treffen, dass der Transport auf den Anschlussstellen niemals Unterbrechung erleiden könne.

Derjenige Concessionär, der sich eines Materials bedient, welches nicht sein eigen ist, ist verpflichtet, den Eigenthümer im Verhältniss zum Gebrauch und Abnutzung dieses Materials zu entschädigen.

Sollten sich die Concessionäre über den Betrag dieser Entschädigung oder über die zur Sicherung der Betriebscontinuität nöthigen Maassregeln nicht einigen, so hat der Präfect amtlich die nöthigen Maassregeln vorzuschreiben.

§ 55. Der Concessionär ist verpflichtet, sich mit jedem Bergwerks- oder Fabriksbesitzer, der eine neue Anschlussbahn im Einklang mit den folgenden Bedingungen verlangt, zu verständigen; sollte aber keine Verständigung erzielt werden können, so hat der Präfect nach Vernehmen des Concessionärs die Entscheidung, welcher beide Parteien sich zu fügen haben.

Die Zweigbahnen werden auf Kosten der Bergwerks- und Fabriksbesitzer ausgeführt, wobei jedoch kein Hinderniss der allgemeinen Circulation, kein Schaden an Material und keine besonderen Ausgaben dem Concessionär gemacht werden dürfen.

Ihre Erhaltung muss mit Sorgfalt und unter Aufsicht der Präfectoralbehörde durch den Eigenthümer ausgeführt werden.

Die Präfectoralverwaltung kann zu allen Zeiten Aenderungen in der Art und Weise des Anschlusses, der Trace und im Gleis anordnen, wobei die Aenderungen auf Kosten der Eigenthümer ausgeführt werden.

Im Falle der Eigenthümer den Transport zum Theil oder gänzlich einstellt, ist die Präfectoralverwaltung, nach Anhörung desselben, auch zum Ausheben der Anschlussweichen, und zwar theilweise oder vollständig, berechtigt.

§ 56. Die Grundsteuer wird nach der durch die Eisenbahn und ihre Dependenzen eingenommenen Grundfläche bezahlt. Der Betrag wird, wie bei Canalanlagen, nach dem Gesetz vom 25. April 1803 gerechnet.

Die Gebäude und Magazine, welche zur Eisenbahn gehören, werden wie andere Gebäude des bezüglichen Orts aufgenommen.

Alle Zahlungen, welchen die Eisenbahngebäude unterliegen, sowie die Grundsteuer, hat der Concessionär zu entrichten.

§ 57. Die vom Concessionär angestellten Beamten und Wächter, mögen sie das Einnehmen oder die Bahnpolizei und Ueberwachung besorgen, können beeidigt werden und sind diesbezüglich den Feldhütern gleich zu stellen.

§ 58. Die Eisenbahnen verbleiben stets unter Aufsicht der Präfectoralbehörde. Die Unkosten der Controle der Ueberwachung und Uebernahme von Arbeiten, sowie der Betriebscontrole, muss der Concessionär tragen.

Als Einlage für diese Kosten ist der Concessionär verpflichtet, jährlich an die Departementskasse den Betrag von 50 Francs für jeden Kilometer der concessionirten Bahn abzuliefern.

Sollte der Concessionär diese Summe nicht zur Zeit einliefern, so wird gegen ihn das Executionsverfahren, wie bei Steuereinhebungen, eingeleitet.

§ 59. Sollte der Bruttoertrag sämmtlicher concessionirter Bahnen 11,000 Francs pro Kilometer Bahnlänge übersteigen, so wird der Ueberschuss zu gleichen Theilen zwischen dem Concessionär und zwischen dem Departement vertheilt. Die an das Departement fallende Hälfte wird zwischen diesem, dem Staat und der Gemeinde, im Verhältniss ihrer Betheiligung an den Auslagen, vertheilt.

§ 60. Der Concessionär muss in Terminen, welche durch den Conseil général bestimmt werden, die Summe von 200,000 Francs in Staatsrente oder in anderen öffentlichen Effecten, welche der Präfect annimmt, in eine öffentliche, ebenfalls durch den Präfecten dazu bezeichnete Kasse entrichten, wobei diejenigen Effecten, welche auf den Namen lauten, dem Departement überschrieben werden.

Dieser Betrag bildet die Caution der Unternehmung.

Sie wird dem Concessionär in Fünfteltheilen im Verhältniss der gelieferten Arbeit zurückerstattet. Das letzte Fünftel wird ihm erst bei der Eröffnung der Bahnen, gegen Garantie seiner Obligationen, zurückerstattet. Der Concessionär muss ausser der besagten Caution von 200,000 Francs, in drei Monaten nach der Ministerialapprobation, noch die nöthigen zur Arbeitsführung und zum ungestörten Gang erforderlichen Mittel nachweisen.

§ 61. Der Concessionär muss in Montpellier Domicil nehmen.

Im Falle er das unterlassen hätte, so wird jede Amtssendung als gültig betrachtet, welche vom Präfectursecretariate von Hérault an ihn adressirt wurde.

§ 62. Streitigkeiten, welche zwischen dem Concessionär und der Behörde in der Auslegung einzelner Punkte des vorliegenden Bedingungsheftes entstehen könnten, werden durch den Präfecturrath im Departement Hérault ausgetragen, die Berufung zum Conseil d'État ausgenommen.

§ 63. Dieses Bedingungsheft und der beigefügte Vertrag sind erst nach Erlegung der 1 Frankengebühr gültig.

(Folgen die Unterschriften.)

Dieses Bedingungsheft giebt genügende Vorstellung über das Wesen einer französischen Localbahn, und geht daraus hervor, dass man darunter nicht immer unsere Secundärbahnen zu verstehen hat.

2. Project Strassburg-Lauterburg.[40])

Das Project einer normalspurigen Secundärbahn in unserem Sinne von Strassburg über Benheim nach Lauterburg wurde noch unter französischer Herrschaft von den Ingenieuren Jules Morandière und Gambaro unter Mitwirkung des Regierungsingenieurs Krafft entworfen, und es ist zu bedauern, dass dieses Project nicht zur Ausführung kommen konnte.[41])

Die Strecke Strassburg-Benheim, von 42,5 Kilom. Länge, sollte ganz auf der Rheinstrasse gehen, während die übrige Strecke Benheim-Lauterburg, von 15,376 Kilometer Länge, einen besonderen Unterbau bekommen sollte. Die Querprofile sind auf Tafel IV Fig. 7, 8 und 9 abgebildet.

Aus verschiedenen Ursachen, welche, wie wir glauben, weniger technischer Natur waren, hatte man sich für Schienen von 35 Kilogr. pro laufenden Meter und $0^m,12$ Höhe entschieden, und die einzige Reduction im Oberbau sollte darin bestehen, dass man fünf Schwellen, deren Länge nur 2^m beträgt, pro Schiene von 6^m Länge gebrauchen wollte. Der Oberbau hätte mit schwebendem Stoss gelegt werden sollen, so dass die Stossschwellen eine Entfernung von $0^m,80$, die Mittelschwellen eine solche von $1^m,30$ bekommen hätten.

Auf der Strasse nimmt die Bahn eine Breite von $3^m,50$ ein, wobei eine Banquettbreite von $0^m,30$ nach aussen gelassen ist. Es bleibt noch eine Breite von 7^m für Fuhrwerksverkehr frei (Fig. 7 auf Tafel IV. — Die Profile Fig. 8 und 9 auf Tafel IV beziehen sich auf kleinere Strassenbreiten). Die Schwellen sollten die kleinstmögliche Länge (2^m) erhalten, um möglichst wenig Platz für die Bahn zu brauchen; ihre Höhe wurde zu $0^m,12$ angenommen. Die geringste Ballastdicke unter den Schwellen wurde in der Bahnachse zu $0^m,16$ angesetzt. Der Bahnunterbau wurde auf den Strassenkörper gelegt, so dass die Schienenoberkante ca. $0^m,4$ über dem Strassenniveau zu liegen kommt. Nach Innen ist der Bahnkörper in diesem Falle durch eine kleine Mauerung von $0^m,25$ Breite, welche bis $0^m,03$ unter Schienenoberkante reicht, geschützt.

In Ortschaften sollte die Bahn in der Mitte der Strassen geführt werden, und die Schienenoberkante im gleichen Niveau mit dem Strassenpflaster liegen. Als Schutz-

---

[40]) Siehe: Note sur la construction et l'exploitation de divers chemins de fer secondaires, par Jules Morandière, Paris, E. Lacroix und in den Mémoires des J. C. — Wir haben ausserdem noch Privatmittheilungen benutzt.

[41]) Die Linie Strassburg-Lauterburg ist später unter deutscher Verwaltung nicht als Secundärbahn, sondern auf selbstständigem Bahnkörper über Wanzenau, Sesenheim zur Ausführung gekommen und am 25. Juli 1876 eröffnet worden; dieselbe hat eine Länge von 55,82 Kilometer.

schienen sollten in Ortschaften ⊏-Eisen mit einem Zwischenraum von $0^m,05$, auf Niveauübergängen hingegen Fahrschienen mit $0^m,06$ Zwischenraum angebracht werden. Behufs Trockenhaltung sollten Querrinnen zwischen den Schwellen angelegt werden, welche bis auf den Strassenkörper reichend (also $0^m,4$ unter Schienenoberkante), unten eine Breite von $0^m,10$ erhalten und auf eine Höhe von $0^m,15$ durch zwei Steinschichten geschützt werden sollten, so dass in diesem unteren ausgepflasterten Theil die Böschung 1 : 2, und in dem darüberliegenden, aus Ballast angeschütteten Theile eine solche von 3 : 2 vorhanden wäre.

Den Bau eines Bahnhofes in Strassburg wollte man umgehen. Die Locomotiven wären bis zu einem 3 Kilom. von der Stadt entfernten Punkte gefahren und hätten vor einer Rampe von 20^{mm} Steigung, welche über den Marnecanal führt, angehalten. Von da hätte man die Verbindung mittelst einer Pferdehahn hergestellt, welche über die Vorstädte bis in die innere Stadt gelangen würde. Dort sollte eine Bude die Dienste des Bahnhofes ersetzen. Eine Verbindungsstrecke (die Brauhausbahn) war zum Uebergang der Güterwagen auf die Ostbahn bestimmt.

Die Personenwagen (drei Classen) sollten mit Mittelgang versehen sein, um die Billetausgabe während der Fahrt zu ermöglichen. Im Gepäckwagen wollte man eine Waage behufs Abwiegung des Gepäcks während der Aufenthalte anbringen. Eine Anzahl Waggons hatte man mit den zum Aufstellen von Marktgefässen und Waaren geeigneten Bänken versehen wollen, um auf diese Weise für die zu den Märkten mit Gegenständen bis zu 30 Kilogr. Gewicht fahrenden Personen eine IV. Classe zu bilden.

Als Locomotiven sollten Tendermaschinen mit drei gekuppelten Achsen von 24 Tonnen Gewicht dienen, welche eine Blindachse erhalten sollten, damit alle drei Radsätze behufs Auswechslung vollständig gleich wären. Cylinder, Steuerung und Rahmen waren aussenliegend. Indem man die Feuerung mit einem beweglichen Reinigungsrost versehen hätte, wollte man auf diese Weise alle Putzgruben ersparen. Diese Locomotiven sollten, wegen des Fahrens längs der Strasse, weiter noch mit folgenden Vorrichtungen versehen werden: 1) An jedem Ende mit einem amerikanischen Bahnräumer; 2) mit einer Glocke zum Avertiren der Fuhrwerke, im Falle man das Dampfpfeifsignal nicht gebrauchen würde; 3) der Kamin mit einer Funkenfängervorrichtung; 4) mittelst einer geeigneten Vorrichtung sollte nach Belieben der Rauch in's Wasser geführt werden, statt direct durch den Kamin zu entweichen, um so das Geräusch des entweichenden Dampfes beim Vorbeifahren an Pferden zu beseitigen.

Der Betrieb wäre mit direct zurückkehrenden Zügen (en navette) eingerichtet, welche sich in der Mittelstation gekreuzt hätten. Die ganze Bahn sollte nur drei Stationen erhalten, von welchen eine an jedem Ende und die dritte in der Mitte der Bahn gelegen wäre. In den übrigen Ortschaften hätte der Zug an bestimmten Wirthshäusern angehalten. Die bezüglichen Wirthe, welche als Agenten der Bahngesellschaft fungiren würden, hätten folgende Locale halten müssen: 1) Eine Stube für diejenigen Personen, welche nicht in der Wirthsstube sich aufhalten wollten; 2) ein verschlossenes Local zum Aufbewahren des Gepäcks. Diese Agenten mussten an die Gesellschaft ein bestimmtes Geld in voraus zahlen und wären dafür durch den Präfecten zur Aushebung einer bestimmten Taxe für jeden für den Bahntransport aufzubewahrenden Gegenstand befugt.

Das Bedingungsheft war grösstentheils nach dem oben mitgetheilten Bedingungsheft der Héraultbahnen verfasst. Man verlangte einige neue Erleichterungen, insbesondere den Betrieb betreffend. So wollte man die Frist zum Ankleben der Fahrordnungen vor ihrer Ausführung auf 14 Tage statt 1 Monat bestimmt haben. Man ver-

langte die Erlaubniss, um gewisse Waarengattungen direct aus dem Büreau verfahren zu können und für Holz, Kohlen und Dünger durch das Publicum miethbare Lager errichten zu dürfen, und endlich, was bei französischen Localbahnen bis dahin nicht eingeführt war, den Unterschied der Gütergeschwindigkeit nur auf die Expeditionsdauer zu beschränken, indem es nur gemischte Züge geben sollte.

Die sämmtlichen Baukosten waren auf 64,000 Mk. pro Kilom. berechnet und bestanden aus folgenden Posten:

1) 8,000 Mk. für allgemeine Ausgaben und für den Betriebsfond während der ersten Jahre;

2) 12,000 Mk. für die Fahrbetriebsmittel;

3) 44,000 Mk. für den eigentlichen Bau, mit Inbegriff der auf die Bauzeit entfallenden Zinsen.

3. Die Schmalspurbahn von Lagny.[42])

Diese Bahn hat 1^m Spurweite und führt von Lagny (in der Nähe von Paris) nach den Steinbrüchen von Neufmoutiers in einer Länge von 15 Kilom. Später soll sie noch um 8 Kilom. nach Mortcerf verlängert werden, um daselbst einen Anschluss auf die Zweigbahn von Coulomniers zu erzielen. Diese Bahn ist ursprünglich als Industriebahn angelegt worden, und erst später auf Verlangen der Bevölkerung, und der Departementsvertretung wurde auch die Personenbeförderung daselbst eingeführt. Der Personenverkehr soll jedoch nicht sehr stark sein, was davon herrührt, dass in Lagny eine Unterbrechung von 2 Kilom. in der weiteren Eisenbahnbeförderung stattfindet, welche durch den daselbst eingerichteten Omnibusdienst nur mangelhaft ersetzt ist.

Die Erdarbeiten sind unbeträchtlich, und zum grossen Theil ist die Linie unmittelbar an einer Strasse geführt, von welcher sie nur durch einen Graben getheilt ist. Man hatte dadurch den Vortheil erzielt, die Grundstücke nicht durchschneiden zu müssen.

Die Schienen wiegen ca. 16 Kilogr. per laufenden Meter und sind $0^m,80$ hoch, sowie $0^m,65$ im Fusse und $0^m,04$ im Kopfe breit. Die Schwellen sind $0^m,75$ von Mitte zu Mitte entfernt, die Kronenbreite beträgt 3^m.

Die Locomotiven wiegen 13—14 Tonnen im Dienst und haben drei gekuppelte Achsen. Die Erz- und Steinwagen wiegen 2,4 Tonnen und haben 5 Tonnen Ladefähigkeit. Die Bahn hat besondere Steinwagen, bei welchen das todte Gewicht noch mehr reducirt ist. Die Personenwagen sind auf p. 76 näher erörtert worden.

§ 18. Beschreibung ausgeführter Secundärbahnen.

G. In England.

In England wurden Secundärbahnen in unserem Sinne nie als ein besonderes Bahnsystem behandelt. Es giebt verschiedene Bahnen, die bezüglich ihrer Organisation an Einfachheit viele andere Bahnen übertreffen, dagegen giebt es selten normalspurige Strecken, die lange ohne durchgehenden Verkehr bleiben. Der Verkehr ist fast überall stärker, als auf Bahnen des Festlandes.

1. Leven & East of Five-Bahn.

Ein Beispiel einer englischen normalspurigen Secundärbahn findet sich in der Gesellschaft Leven & East of Five, welche 1852 als Thornton Junction eingetragen,

[42]) Note sur la construction et l'exploitation de divers chemins de fer secondaires par Jules Morandière. Extrait des Mémoires de la Société des ingénieurs civils. 1875, p. 11.

und 1854 sammt den Zweigbahnen zu den Kirkland Works und Leven-Harbour in einer Länge von 6,36 Kilom. eröffnet wurde. Die East of Five besteht seit 1855 und wurde im Jahre 1861 mit der Thornton Junction vereinigt, und geht von Leven nach Kilconquhar in der Grafschaft Five. Die East of Fivebahn ist 8 Kilom. lang, und ihr Anlagecapital besteht in 1000 Actien, welche zusammen 640,000 Mk. Capital repräsentiren, nebst einem Credit von 212,120 Mk. — Die Dividenden betrugen im Jahre 1868 die Summe von 73,560 Mk. und wurden später durch Abtreten des Gesellschaftstelegraphen an die Postverwaltung noch vergrössert. Aus den Statuten dieser Gesellschaft entnehmen wir folgendes: die Abrechnung wird zweimal des Jahres gemacht. Wenigstens viermal im Jahre müssen Versammlungen abgehalten werden, in welchen nach folgender Scala gestimmt wird: von 2 bis 10 Actien geben eine Stimme, jede 10 Actien von 10 bis 100 eine Stimme mehr, über 100 Actien tritt eine Stimme für je 20 Stück hinzu. Die Gesellschaft darf höchstens sieben und muss wenigstens drei Directoren wählen; gewöhnlich sind ihrer vier. Jeder Director muss sich über den Besitz von 15 Leven- und 30 East of Five-Actien ausweisen können.

Die Eisenbahn zeichnet sich weniger durch ihre Construction als durch ihre Verwaltung aus, welche so einfach ist, dass schon der Herr Ober-Ingenieur Bergeron in seinem Bericht an das Ministerium der öffentlichen Arbeiten im Jahre 1862 die »Zweigbahn von Thornton nach Leven« als Beispiel hervorhebt.

Die Verwalter, welche zu gleicher Zeit auch die ersten Actionäre sind, beschäftigen sich activ mit dem Betriebsdienst bis in's Detail, und zwar ohne Gehälter und ohne Vergütung, weil sie ihr persönliches Interesse dabei finden.

Der zeitige Präsident der Gesellschaft ist ein Destillateur, dessen Fabrik zur Zeit des erwähnten Berichtes die einzige Zwischenstation bildete; der Secretär des Verwaltungsrathes und Rechtsbeistand desselben, welcher in Leven, einer Stadt von 3000 Einwohnern als Banquier des Ortes lebte, führt die Bücher und Rechnungen und besorgt das sämmtliche Geschäft der Gesellschaft, wofür er eine kleine Entschädigung von 1600 Mk. jährlich bezieht. Er hält in seiner Kanzlei zwei junge Leute, die das Schreiben und die Controle besorgen, wofür jeder 1000 Mk. jährlichen Gehalt bezieht. Ein Inspector, welcher seines Handwerkes Zimmermann ist, dirigirt den Zugdienst und wird wie ein Arbeiter bezahlt: er bekommt 30 Schilling pro Woche. Auch giebt es nur einen Locomotivführer und einen Heizer, die sich gegenseitig aushelfen müssen, wenn es nöthig ist. Sie besorgen zugleich die kleinen Reparaturen; die grösseren werden in der Fabrik gemacht, welche die Locomotive lieferte.

Die Reparaturwerkstätte besteht aus einem Schmiedefeuer und einem Arbeiter sammt Gehilfen, welche die Ketten, Zughaken etc. im Stande halten, dazu einem Tischler, welchem, wenn es nöthig ist, der Zimmermeister und Betriebschef mit eigener Hand aushilft, um die nöthigen Wagenreparaturen zu machen.

Es giebt nur eine Zwischenstation, welche durch einen einzigen Mann besorgt wird.

Alle diese Leute werden wie gewöhnliche Arbeiter wöchentlich bezahlt. Keiner von ihnen verlangt weder die Behandlung eines Beamten, wie man solche bei grossen Bahnen sieht, noch Pension für seine alten Tage.

Die Levenbahn wurde zuerst von der Bahn Edinburgh-Perth-Dundee, von welcher sie eine Abzweigung bildet, betrieben, und übernahm dann nicht nur den eigenen Betrieb, sondern auch den der East-of-Fivebahn, welche früher eine besondere Gesellschaft bildete. Die Levenbahn durchschneidet eine Ackerbau treibende und wenig industrielle Gegend, deren einziger Ort von Wichtigkeit das am Endpunkte der Bahn

gelegene Städtchen Leven ist. Die East-of-Fivebahn liegt in einer noch ärmeren Gegend und hat einen kaum halb so grossen Verkehr als die Levenbahn.

Die englischen Localbahnen zeichnen sich dadurch aus, dass sie meistentheils ohne irgend eine Unterstützung ausschliesslich durch die Mittel localer Gesellschaften gebaut und in Betrieb gesetzt worden sind.

Herr Bauinspector Schwabe theilt in seiner Schrift »Ueber Anlage secundärer Eisenbahnen in Preussen« bezüglich der schottischen Localbahnen einen Auszug aus den Berichten der Herren Lan und Bergeron mit, dem wir im Folgenden einige Stellen entnehmen:

Im Allgemeinen ist die Aufbringung des erforderlichen Capitals, sowie der Bau und Betrieb dieser Bahnen durch unabhängige Gesellschaften erfolgt, die sich in den Gegenden, welche die Anlage einer Eisenbahn wünschten, gebildet haben.

Die Bahnen sind eingleisig und mit starken Steigungen (bis zu 30^{mm}) angelegt. Die Curven haben Radien bis 200^{m} in der freien Bahn und 100^{m} in den Stationen, ersteres bei Steigungen bis zu 12^{mm} pro Meter. Das Gewicht der Locomotiven beträgt 400 bis 450 Ctr., bei Tendermaschinen 360 bis 400 Ctr. Maschinen mit beweglichem Vordergestell durchfahren diese Strecken mit einer Geschwindigkeit bis zu 30 Kilom. pro Stunde.

Die Bahnen folgen möglichst der Oberfläche des Terrains, mit Vermeidung kostspieliger Kunstbauten und Erdarbeiten; Tunnel kommen gar nicht vor.

Der Oberbau besteht aus Stuhlschienen, welche nur mit einem Kopf versehen sind und in gusseisernen Stühlen auf Holzschwellen lagern. Das Gewicht der Schienen beträgt 32 bis 34,5 Kilogr. pro laufenden Meter; nur in einem Falle haben die Schienen 38,5 Kilogr. Gewicht pro laufenden Meter erhalten. Dabei ist jedoch die Entfernung der Schwellen auf $1^{m},16$ vergrössert worden.

Die Bahnhöfe und deren Gebäude sind mit der grössten Einfachheit und Oekonomie angelegt worden. Die Gleisanlagen der Stationen sind auf ein Minimum reducirt. Ausser dem durchgehenden Gleis ist nur ein zweites Gleis von 160^{m} bis 400^{m}, selten über 500^{m} Länge, oder statt dessen einige kurze Gleise für den Güterverkehr vorhanden.

Eine gleiche Sparsamkeit findet bei den Empfangsgebäuden statt, welche mit Ausnahme der Endstationen aus Holz erbaut sind und entweder nur ein einfaches Wartezimmer, oder ausserdem noch 1—2 Räume für den Stationsdienst erhalten.

Da kein Nachtdienst auf diesen Bahnen stattfindet, so sind weder für die Stationsbeamten noch Bahnwärter Wohnungen vorhanden. Auf der, allerdings in einer armen und wenig bevölkerten Gegend liegenden Banff-Portsoy & Strathislaeisenbahn bestehen die meisten Empfangsgebäude nur aus hölzernen, einen Raum enthaltenden Häuschen, welche pro Stück 600 Mk. gekostet haben. Nur zwei oder drei Stationen mit mehr Verkehr besitzen hölzerne, ca. 9^{m} lange und 4^{m} breite, ein Stock hohe Gebäude, die ausser dem Wartezimmer noch einen Büreauraum haben. Die Kosten eines solchen Gebäudes betragen 1000 Mk.

Die Endstationen sind dagegen im Allgemeinen in Mauerwerk erbaut, in Peebles sogar mit einer kleinen eisernen Halle versehen; aber auch diese Gebäude haben nur die bescheidensten Dimensionen. Güterschuppen, Rampen und Drehscheiben sind selten vorhanden; dagegen haben die Endstationen in der Regel einen Locomotivschuppen mit einer kleinen Werkstätte für die einfachsten Reparaturen.

Ausser Haltesignalen an den Endstationen waren weder optische noch electromagnetische Signale vorhanden.

Die Anlagekosten excl. Betriebsmittel betragen ca. 55,000—100,000 Mk. pro Kilometer; die Kosten für Betriebsmittel wurden auf 8,000—16,000 Mk. pro Kilometer Bahnlänge geschätzt.

In den oben angeführten Quellen finden sich 12 solche englische Bahnen mit Angabe der Anlagekosten etc. angeführt.

2. Die Festiniogbahn.

Diese Schmalspurbahn von 0^m,597 (1′ 11½″ engl.) Spurweite dürfte wohl als die bekannteste aller Schmalspurbahnen bezeichnet werden. Diese 21 Kilom. lange Bahn liegt in einer Gegend von Nordwales, welche nicht ganz unrichtig als das englische Alpenland bezeichnet wird und jährlich von vielen Touristen besucht wird. Sie bringt die Producte der Schieferbrüche von Dinas, wahrscheinlich jetzt die grössten Schieferbrüche der Welt, nach dem Hafen von Port-Madoc und auf die Cambrische Eisenbahn.

Die Bahn wurde 1832 begonnen und sollte ursprünglich nur zum Schiefertransport in einer Richtung und zum Kohlentransport in der anderen Richtung dienen. Die hauptsächlichen Concessionsbedingungen waren die folgenden: die Totalbreite der Linie sollte 12′ engl. nicht übersteigen, mit Ausnahme von Erweiterungen über dieses Maass in den Stationen. Die Eisenbahn sollte nicht mehr Raum, als unumgänglich nöthig war, von dem Traethmawr Damm in Portmadre beanspruchen; und die Gleisweite 3′ nicht überschreiten.

Es handelte sich nun darum, die Höhe von 213^m in diesem gebirgigen Terrain auf billigste Weise zu ersteigen. Und dieser Zweck konnte nur auf die Weise erreicht werden, dass man Curven von 35^m Radius anwandte, was die ungewöhnlich schmale Spurweite der Bahn gestattete. Man vermuthete allerdings zu jener Zeit nicht die ungewöhnliche Entwickelung des Verkehrs auf dieser Bahn und würde vermuthlich in jetziger Zeit diese Bahn breitspurig bauen. Es ist aber sehr fraglich, ob man dann solche Resultate erzielen würde, wie die jetzt vorliegenden.

Ursprünglich wurde die Bahn mit Pferdebetrieb projectirt und zu £ 24,185 10 Shill. veranschlagt. Indessen fanden sich in derselben so starke Steigungen und Curven, dass bei zunehmendem Verkehre ein theilweiser Umbau mit schwächeren Steigungen und Curven ausgeführt wurde. Die durchschnittliche Steigung beträgt 1:92; die Maximalsteigung 1:80, oder 12,5‰, auf den Strecken, an welchen Personenbetrieb stattfindet.

Bei dem Pferdebetrieb hatte man nur die leeren Wagen hinaufgeschleppt und die beladenen Wagen durch ihr Eigengewicht herunterbefördert.

Erst vom Jahre 1863 an wurde die Dampfkraft für den Betrieb verwendet, und zwar zunächst nur zur Beförderung der Lastwagen. Im darauf folgenden Jahre wurden versuchsweise auch Personen transportirt; und erst später — nachdem die erforderlichen Verbesserungen an Oberbau etc. vorgenommen waren, eröffnete man die Bahn für den allgemeinen Personenverkehr.

Die Bahn ist, ausser dem Stück auf dem Traethmawr Damm, welches ca. eine engl. Meile lang und fast horizontal ist, fast nur aus Curven zusammengesetzt und besitzt eine fortwährende im minimo 1:186 betragende Steigung. Der Grund ist fast überall Felsen. Der höchste Damm hat 60′ Höhe, der tiefste Einschnitt 27′ Tiefe. Die lichte Breite des Profils beträgt 8′, und die Kronenbreite im Planum 10′. Auch machte die Bahn den Bau zweier Tunnel erforderlich; der eine derselben, von 2190′ Länge, ist durch Syenit geführt, und der andere, 180′ lang, durch Schiefer. Diese Tunnel sind nur roh durchgebrochen und haben keine Mauerung. Viele Dämme sind aus

begriff der ziemlich hohen Einkommen- und anderer Steuern und einer Abgabe für die Mitbenutzung des Traethmawr Dammes. Die englischen Bahnen arbeiten im Durchschnitt mit 48 % Betriebskosten gegen die Bruttoeinnahmen. Für das Betriebsjahr 1868 haben die Totaleinnahmen 457,053 Mk. gegen 193,898 Mk. Auslagen betragen.

3. Die Talyllyn-Schmalspurbahn.

Diese Bahn von 2′ 3″ ($0^m,68$) Spurweite und 8 engl. Meilen (13 Kilom.) Länge, verbindet die Steinbrüche der Aberdovey Slate Company bei Talyllyn (in der Grafschaft Merioneth in Wales) mit der kleinen Stadt Towyn, welche etwa 12 engl. Meilen nördlich von Aberystwith an der Meeresküste liegt.

Die Bahn wurde im Jahre 1865 zum Transport des Schiefers, sowie zum Personenverkehr erbaut. Die Ausführung der Bahn ist sehr solide, die Personen- und Güterwagen stimmen, abgesehen von den kleineren Dimensionen, fast ganz mit dem Betriebsmaterial normalspuriger Bahnen überein. Die Bahn liegt von Towny her bis zu dem entgegengesetzten Endpunkt fast ganz in Steigungen, von denen die stärkste bis auf $^1/_2$ engl. Meile Länge 1 : 66 ist, während im Uebrigen ein beträchtlicher Theil der Bahn in einer fortlaufenden Steigung von 1 : 75 liegt.

Die Bahn wird mit zwei Tenderlocomotiven, der »Talyllyn« und der »Dolgoch« genannt, betrieben. Diese beiden Locomotiven haben sich für den Verkehr als ausreichend erwiesen, obgleich täglich drei Personenzüge in jeder Richtung zu befördern sind.

Der »Talyllyn« ist eine sechsrädrige Maschine mit vier gekuppelten Rädern, aussenliegenden Cylindern von 8″ Weite und 16″ Kolbenhub. Der Radstand der beiden äusseren Achsen beträgt 8′ 4″. Die gekuppelten Räder haben 28″, die beiden Laufräder 24″ Durchmesser. Die kupferne Feuerbüchse enthält 4 Quadratfuss Rostfläche und 60 Siederohre von $1^1/_2$″ Durchmesser. Das Wasser befindet sich in einem Behälter von hufeisenförmigem Querschnitt über dem Langkessel, die Kohlen in zwei Behältern zu beiden Seiten der Feuerbüchse.

Der »Dolgoch« ist eine vierrädrige gekuppelte Tendermaschine von 6′ 6″ Radstand, wobei die Hinterachse hinter der Feuerbüchse liegt. Die Excentrics stecken auf der Vorderachse, während die Krummzapfen an den hinteren Rädern sich befinden; die vier Räder haben 28″ Durchmesser, die Wasserbehälter befinden sich an dem hinteren Theile der Fussplatte und unter derselben, die Kohlen in zwei Behältern zu beiden Seiten der Feuerbüchse. Im Uebrigen sind die Dimensionen der Maschine fast ebenso wie beim Talyllyn, nur die Siederohre sind etwas kürzer, der Gang der Maschine ist sehr gleichmässig.

Diese kleinen Maschinen befördern Züge von 33—35 Tonnen Bruttolast mit 18 engl. Meilen Geschwindigkeit auf den Steigungen von 1 : 66 und 1 : 75 hinauf, wobei die Züge in der Regel aus einem Gepäckwagen, drei Personenwagen für 72 Personen und 20 leeren Schieferwagen bestehen.

§ 19. Beschreibung ausgeführter Secundärbahnen. (Fortsetzung.)

H. In Italien.

Schmalspurbahn von Turin nach Rivoli.[43]. Diese in der Ebene von Turin gelegene Bahn hat $0^m,90$ Spurweite, ist 12 Kilom. lang und wurde Ende 1871 in Betrieb gesetzt. Dieselbe liegt auf der ursprünglich 17^m breiten Seitenallee, welche neben der Hauptstrasse von Turin nach Rivoli angelegt ist, wodurch die freie Breite

[43]) Mémoires des Ing. civils 1876, p. 300.

auf $11^m,90$ reducirt wurde. Nach innen findet die Abgrenzung zwischen der Bahn und der Alleestrasse mittelst eines Grabens statt, welcher mit dichter Akazienbepflanzung umzäunt ist; nach aussen sind gewöhnliche Hecken angelegt.

Das Gefälle beträgt in Mittel 8,8 ‰ und in maximo 17 ‰; der kleinste Curvenhalbmesser ist 200^m. Der höchste Damm ist $5^m.78$ hoch und der tiefste Einschnitt $6^m,40$ tief.

Die Kunstbauten bestehen in 20 kleinen Ueberbrückungen von $8^m,30$ bis 1^m Oeffnung und weiteren sechs Niveauübergängen, von denen vier grosse besondere Wächter haben, während die übrigen beiden für gewöhnlich geschlossen sind.

Die Bahn besitzt vier Stationen, von denen die beiden Zwischenstationen in gemauerten, mit einem kleinen Büreau versehenen Wächterbuden sich befinden. Auf der Station Turin befindet sich eine Locomotivremise und Werkstätte.

Die Bahnbreite unter dem Ballast beträgt $3^m,20$, die Ballastbreite 2^m und seine Höhe $6^m,40$. Die Schienen von $5^m,70$ Normallänge wiegen 21,453 Kilogr. pro laufenden Meter. Auf eine Schienenlänge kommen 7 eichene Schwellen von $1^m,80$ Länge, $0^m,12$ Breite und $0^m,20$ Höhe. Der Oberbau soll 12,138 Frs. pro Kilometer Bahn gekostet haben. Die Bahn ist mit electrischem Telegraph versehen.

Das Fahrbetriebsmaterial umfasst vier Tenderlocomotiven und 21 Wagen, und zwar 15 Personenwagen, drei Gepäckwagen und drei Güterwagen. Jene von der Société de Saint-Léonard in Lüttich gelieferten Locomotiven wiegen leer 8,7 Tonnen und haben folgende Hauptabmessungen:

Räderdurchmesser	$0^m,80$
Achsenstand	$1^m,50$
Effective Dampfspannung . .	9 Atm.
Inhalt der Wasserkästen . . .	1200 Liter
Gewicht der Kohlen	150 Kilogr.
Effective Zugkraft	1530 -
Preis einer Locomotive in Turin	22,000 Fr.

Von den Personenwagen sind drei I. Classe, vier II. Classe mit Bremsen, drei II. Classe ohne Bremsen, und fünf gemischte. Die Hauptangaben sind:

Räderdurchmesser	$0^m,60$
Achsenstand	$2^m,50$
Innere Länge des Kastens .	$4^m,50$
- Breite - - . .	$1^m,50$
- Höhe - - . .	$1^m,80$

Diese Wagen haben ein Gewicht von 2,6 Tonnen und wurden von der belgischen Eisenbahnconstructionsgesellschaft in Brüssel geliefert. Sie sind in zwei Abtheilungen zu je sechs Reisenden getheilt, so dass eine Bank in drei Sitze getheilt ist. Neuerdings sollen von der italienischen mechanischen Gesellschaft in Neapel Wagen von $1^m,80$ Breite und für acht Reisende in jeder Abtheilung construirt worden sein.

Die Baukosten der Bahn sind die folgenden:

Vorarbeiten und Bauverwaltung . . .	14,000 Frcs.
Grundentschädigung	9,000 -
Erdarbeiten und Zurichten der Strasse	92,000 -
Oberbau und Bahnausrüstung	213,000 -
Fahrbetriebsmittel	251,000 -
Totalkosten	675,000 Frcs.

oder 56,000 Frcs. pro Kilometer.

Der Grund und Boden für die Bahnhöfe in Turin und in Rivoli wurden der Gesellschaft geschenkt; ausserdem bekam sie von der Stadt Turin eine Subvention von 80,000 Frcs. und von der Stadt Rivoli eine solche von 40,000 Frcs., zusammen also 120,000 Frcs.

Das Personal besteht aus folgenden Leuten:

1) Für den Bahnhofsdienst: in Turin 1 Stationschef, 1 Cassierer, 1 Magazinier, 1 Hausmeister, 1 Gehilfe, und 2 Nichtangestellte. In Rivoli 1 Stationschef, 1 Cassiererin, 1 Hausmeister, 1 Gehilfe. In den Zwischenstationen befinden sich 1 Chef und 1 Cassierer, und in der anderen verrichtet eine einzige Person alle Dienste.

   Der Bahnhofsdienst zählt daher 14 Leute.

2) Im Zugdienst dienen 7 Leute, nämlich: 3 Maschinenführer, 2 Heizer und 2 Bremser.

3) Der Bahndienst wird durch 9 Männer und 3 Barrièrenwächterinnen verrichtet.

   Der ganze Eisenbahndienst umfasst daher 34 Angestellte.

Täglich verkehren 16 Züge in jeder Richtung, und diese Zahl steigt Sonntags auf 24 und mehr.

Die Züge fahren mit einer Geschwindigkeit von 24 Kilom. pro Stunde. Dabei beträgt für eine Hin- und Herfahrt der Wasserverbrauch 600 bis 700 Liter und der Kohlenverbrauch 60 Kilogr.

Die Betriebseinnahmen und Ausgaben sind in folgenden Zahlen enthalten:

Jahres-zahl.	Einnahmen Frcs.		Betriebskosten Frcs.	Unterschied Frcs.
1871	23,169	(vom 27. Sept. bis 31. Dec.)	—	—
1872	92,779	für's ganze Jahr	76,156	16,623
1873	110,979	- - -	70,715	40,264
1874	61,734	- erste Halbjahr	33,350	28,384

Nach dem Jahresausweis von 1873 ergiebt sich eine Verzinsung von 4,5 %.

§ 20. Beschreibung ausgeführter Secundärbahnen. (Fortsetzung).

I. In Schweden[44]) *und Russland.*

In Schweden wurde die erste Eisenbahn in den fünfziger Jahren durch die Regierung normalspurig erbaut. Man fuhr mit der Normalspur fort und war der Schmalspur im hohen Grade abgeneigt. Als dann Privatunternehmer mit der Schmalspur anfingen, hatte es sich sogar ereignet, dass man der Einheit zu lieb die Sundwall-Torpshammer Linie von $1^m,066$ (3′ 6″) Spurweite in eine normalspurige Bahn umbaute. Nachher begann man normalspurige Secundärbahnen anzulegen. Im Jahre 1872 befanden sich unter den 3,900 Kilom. Bahnlänge des gesammten Netzes incl. der damals im Bau begriffenen Bahnen nur 17 % enge Spur. Von diesen 17 % lagen 5 % isolirt, während die anderen 12 % sich an das Hauptnetz angeschlossen hatten. Die isolirten Linien bestanden aus neun getrennten, kurzen Stücken in verschiedenen Gegenden des Landes, betrugen etwa zusammen 115 engl. Meilen und wurden hauptsächlich zur Beförderung von Mineralien und Holz zwischen Bergwerken und Seen benutzt.

Die Normalspur zerfällt, wie schon erwähnt, in zwei Classen, nämlich in schweren Bau und leichten, während die engspurigen Bahnen die vier verschiedenen Weiten 4′, 3′ 6″, 3′ und 2′ 6″ aufweisen.

---

44) Nach Engineering Febr. 1873 im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. X. Band, 5. und 6. Heft 1873.

Tabelle I.

Eröffnete Bahnen.

Namen der Bahn.	Länge in engl. Meilen.	Schienengewicht per Yard in Pfunden.	Ganze Erbauungskosten pro Meile engl. — Spurweite — 4′ 8½″ £	4′ 8½″ £	4′ 0″ £	3′ 6″ £	2′ 6″ £	Betriebs-Ergebnisse 1871 — Ganze Einnahmen pro Meile Pfd. St.	Kosten in Proc. der Einnahmen Proc.	Reingewinn in Procenten der Erbauungskosten Proc.	Betriebsverhältnisse — Jahre der Eröffnung.	Fahr-geschwindigkeit Maxi-mum.	Mitt-lere.	Art des Verkehrs.
Staatsbahn	692	66	7450	Normal-Spur. Schwere Bauart.				616	50,2	3,7	10	39	26	Gemischt. Verkehr.
Königl. Schwedische Bahn	54	66	6311					508	56,8	3,4	17	24	16	Mineralien.
Gefle-Falun	57	60	6817					1449	43,3	12,1	14	22	15	Holz.
Summe	803		7328							Durchschnittl. Geschwindigkeit.		37	25	
Ystad-Eslöf	47	50		4477				310	50,0	3,1	7	22	15	Landwirthschaft.
Landskrona-Helsingborg-Eslöf	37	50		4788	Normal-Spur. Leichte Bauart.			498	50,1	5,1	8	24	16	-
Kristianstad-Hessleholm .	18	50		4730				414	44,8	4,8	8	18	12	-
Wexiö-Alfvesta	11	50		3784				381	54,9	4,2	8	24	16	-
Marma-Sanderna	6	44		5584				1222	38,2	12,8	10	18	12	-
Summe	119			4603						Durchschnittl. Geschwindigkeit.		23	16	-
Borras-Herrljunga	25	46	In der Verbindung mit normalspurigen Bahnen.		4517	Enge Spur.		327	41,4	4,2	10	26	17	-
Udevalla-Wenersborg-Herrljunga	57	43			4675			338	50,2	3,5	8	24	16	-
Wessmann-Barken	11	40			4094			424	50,4	5,0	13	15	10	Mineralien.
Norberg	10	44			3517			477	40,1	8,0	17	21	14	-
Söderhamn	9	40			5030			1014	58,7	8,8	12	15	10	Holz.
Hudiksvall	7	45			3800			650	48,3	8,7	14	15	10	-
Summe	119				4466					Durchschnittl. Geschwindigkeit.		22	14	
Köping-Uttersborg	22	34	Isolirte Bahnen.			1960		216	56,4	4,7	7	17	11	Mineralien.
Kristinehamn-Sjöändan .	7	25				3428		546	42,5	8,7	17	12	8	-
Frykstad	4	25				2370		509	35,0	13,8	22	12	8	-
Summe	33					2322				Durchschnittl. Geschwindigkeit.		15	10	
Kroppa	6	18					1440	427	24,5	22,2	19	8	5	Mineralien.

Tabelle II.

Im Bau befindliche Bahnen.

Namen der Bahn.	Meilenlänge.	Gewicht der Schienen pro Yard in Pfund.	Totalkosten pro englische Meile, Spur: 4' 8½" £	4' 8½" £	3' 6" £	3' £	2' 6" £	Erwartete Verkehrsart.
Staatsbahn	162	66	7000	—	—	—	—	Gemischt.
Bergslagernas (Falun-Kihl)	123	64	7000	—	—	—	—	Mineralien u. Holz.
Halmstad Jonköping . .	97	—	4639	—	—	—	—	Holz.
Halsberg-Motala-Mjölby	58	57	—	Normalspur, schwere Bauart, mit einer				Mineralien u. Holz.
Frövi Ludvika	58	60	—	Fahrgeschwindigkeit von 37 Meilen.				,,
Stockholm-Westeras . .	117	56	—					,,
Krylbo-Norberg	11	57	4886	Erweitert von 4' auf Normalweite.				
Summe	626							
Durchschnittl. Kosten	393	Meilen	6358	pr. Meile	—	—	—	
Nyköbing-Mölnbo . . .	32	—	—	3160	—	—	—	Holz.
Nassjö-Oscarshamn. . .	90	45	—	—	—	—	—	,,
Carlscrona-Wexio . . .	69	50	—	4048	—	—	—	,,
Upsala-Gefle	68	45	—	—	Normalspur, leichte Bauart f.			,,
Helsingborg - Hessleholm	47	45	—	3907	eine Geschwindigk. v. 23 Meil.			Kohlen.
Kalmar-Emmeboda . . .	35	45	—	3800	—	—	—	Holz.
Nora-Carlskoga	34	45	—	—	—	—	—	Mineralien u. Holz.
Nynäsbanan	25	36	—	—	—	—	—	Gemischt.
Summe	400							
Durchschn. Kosten von	183	Meilen	—	3809	pro Meile.			
Sundswall-Torpshammer	39	45	—	—	3134	ca. 15 Meilen pro		Holz.
Carlshamn-Wieslanda. .	49	36	—	—	2154	Stunde.		,,
Summe	88	Meilen			2588	per Meile.	—	
Palsboda Einspong . . .	34	30	—	—	ca. 10 Meilen pr. St.	2287	—	Mineralien u. Holz.
Ulricchamn-Wartofta . .	23	25	—	—		1304	—	Landwirthschaft.
Summe	57	Meilen	Enge Spur.			1904	pro Meile.	
Wikern-Mockeln	21	25	—	—	—	—	1754	Mineralien.
Hjo-Stenstorp	19	—	—	—	Fahrgeschwindigk.		1754	Landwirthschaft.
Lidköping - Scara - Stenstorp	30	—	—	—	8 Meilen pr. Stunde.		1759	,,
Summe	70	Meilen	—	—	—	—	1756	pro Meile.

Tabelle III.

Vergleich zwischen Kosten, Spurweite und Fahrgeschwindigkeit.

Normal-Spur 4' 8½".		Enge Spuren. 4'	3' 6"	3'	2' 6"
Schwere Bauart. Maximal-Geschwindigkeit = 37 Meilen pr. Stunde.	Leichte Bauart. Maximal-Geschwindigkeit = 23 Meilen pro Stunde.	Maximal-Geschwindigkeiten. 22 Meilen.	15 Meilen.	10 Meilen.	8 Meilen.
1. Eröffnete Bahnen.					
803 Meilen à 7328 Pfund Sterling.	119 Meilen à 4603 Pfund Sterling.	119 Meilen à 4666 Pfund Sterling.	33 Meilen à 2322 Pfund Sterling.	—	6 Meilen à 1440 Pfund Sterling

Normal-Spur 4′ 8½″.		Enge Spuren. 4′	3′ 6″	3′	2′ 6″
2. Im Bau begriffene Bahnen.					
626 Meilen à 6358 Pfund Sterling.	400 Meilen à 3809 Pfund Sterling.	—	88 Meilen à 2588 Pfund Sterling.	57 Meilen à 1904 Pfund Sterling.	70 Meilen à 1756 Pfund Sterling.
3 Summen der eröffneten und im Bau begriffenen Bahnen und deren durchschnittliche Maximal-Geschwindigkeiten.					
1429 Meilen à 6903 Pfund Sterling.	519 Meilen à 3991 Pfund Sterling.	119 Meilen à 4466 Pfund Sterling.	121 Meilen à 2515 Pfund Sterling.	57 Meilen à 1904 Pfund Sterling.	76 Meilen à 1731 Pfund Sterling.
Normal-Spur. 1948 Meilen à 6127 Pfd. Sterl. mit 33 Meilen durchschnittl. Fahrgeschwindigkeit.		Enge Spur. 373 Meilen à 2884 Pfund Sterling mit 15 Meilen durchschnittlicher Fahrgeschwindigkeit.			
4. Kosten im Vergleich mit der Geschwindigkeit. 6903 Pfund Sterling = 100 %. 37 Meilen Geschwindigkeit = 100 %.					
Kosten 100 %	58 %	64 %	36 %	27 %	25 %
Geschw. 100 %	62 %	60 %	40 %	27 %	22 %

Die Schwedischen Staatsbahnen mit ihrer Normalspur schwerer Construction kosteten 7000 £ pro engl. Meile und erlauben eine Fahrgeschwindigkeit von 37 Meilen. Dagegen kosteten die Normalspurbahnen leichter Construction 4000 £ pro Meile bei einer Fahrgeschwindigkeit von 23 Meilen. Als Durchschnitt erhielt man ein Schmalspurnetz von 6000 £ pro Meile und 33 Meilen Fahrgeschwindigkeit. Die engspurigen Bahnen ergaben einen durchschnittlichen Kostenaufwand von 2900 £ pro Meile bei einer Maximalgeschwindigkeit von 15 Meilen, welcher bedeutende Kostenunterschied übrigens dadurch nicht unwesentlich beeinflusst wurde, dass die engspurigen Bahnen keinen Personenverkehr hatten. Lässt man diesen Einfluss unberücksichtigt, so stellt sich heraus, dass die Kosten der verschiedenen Bahnen annähernd ihren zulässigen Fahrgeschwindigkeiten proportional waren. Vorstehende Tabellen (p. 236, 237, 238) ergeben weitere sehr interessante Vergleichungsresultate.

Am Ende des Jahres 1874 gestalteten sich die Schwedischen Bahnen [45]) wie folgt:

Eröffnete Bahnen.

				Kilometer.		
Normalspur,	schwere Schienen,	Staatsbahnen		1440	1710 (1440+270)	2650
-	-	-	diverse Bahnen	270		
-	leichte	-	- -	940	940	
Schmale Spur	-	-	- -	770		770
			Summe eröffneter Bahnen			3420

45) Engineering, in Sweden 1875. Note sur la construction et l'exploitation de divers chemins de fer secondaires par Jules Morandière p. 43.

Im Bau begriffen.

		Kilometer.		
Normalspur, schwere Schienen,	Staatsbahnen	50	630	2450
- - -	diverse Bahnen	580		
- leichte -	- -	1820	1820	
Schmale Spur, meistens private Industriebahnen		240		240
			Summa	2690

Obwohl Schweden dreimal so gross ist als England, übersteigt seine Bevölke-
; nicht diejenige von London. Auf ein Kilometer kommen 1125 Bewohner.

Nach vollendetem Ausbau dieser Bahnen wird sich folgendes Verhältniss zeigen:

Normalspurige Hauptbahnen . .	2340	Kilom.
- Secundärbahnen .	2760	-
Schmalspurbahnen	1010	-
Zusammen	6110	Kilom.

Das Hauptnetz suchte man durchweg normalspurig zu halten und hatte sogar
;e schmalspurige Bahnen später in solche mit normaler Spur umgewandelt. Vor
ahren war es fraglich, ob diese Bahnen die Betriebskosten decken werden; heute
en sie 4 %.

Die Hauptbahnen haben Schienen von 30—35 Kilogr. Gewicht pro laufenden
er, 10 ‰ grösste Steigung, und in der Regel Minimalradien von 600^m und nur
iahmsweise 300^m. Die Baukosten incl. Fahrbetriebsmittel betragen ca. 140,000 Mk.
Kilometer.

Normalspurige Secundärbahnen.

Die Schienen wiegen 20—30 Kilogr. und die Steigungen und Curven sind
llich in denselben Grenzen gehalten wie bei den Hauptbahnen. Die Baukosten
ufen sich rund auf 80,000 Mk. pro Kilom., incl. Fahrbetriebsmittel. Im Folgen-
sind diese normalspurigen Secundärbahnen zusammengestellt:

Eröffnet.	Kilom.	Im Bau.	Kilom.
ıberg-Motala-Mjölby	90	Staatsbahn	610
lskrona-Wexiö	112	Stockholm-Westeras	208
nar-Emaboda	56	Flen-Otelösund-Eskiltuna	160
ıskrona-Helsingborg	60	Linköping-Gamleby	112
ıd-Eslöf.	75	Ostra-Wermland	48
tianstad-Hessleholm	29	Halmstad-Nassjo	155
io-Alfvesta	18	Landskrona-Bjornkulla	33
ı-Karlskoga	64	Sund-Frelleborg	41
bo-Norberg	19	Nybro-Saftjostrom	48
ıjo-Oskarshamn	144	Sola-Filberga	27
ıla-Gefle	110	Helsingborg-Gothenburg	210
ingborg-Hessleholm	75	Dalsland	64
nö-Yslad	64	Diverse kleine Strecken	104
ırse kleine Strecken	18	Summa	1820
Summa	940		

Schmalspurige Bahnen.

Die Spurweite variirt zwischen 0^m,762 und 1^m,219, und die Schienen wiegen
10 Kilogr. bis 22,5 Kilogr. pro laufenden Meter. Die Fahrgeschwindigkeit bleibt

unter 24 Kilom. pro Stunde. Die Baukosten betragen 24,000 bis 40,000 Mk. pro Kilometer.

Im Folgenden sind die Namen und die Längen der Schwedischen Schmalspurbahnen zusammengestellt:

	Kilom.		Kilom.
Udevalla-Wenersborg-Herrljunga . .	91	Uebertrag	363
Borras-Herrljunga	41	Solvesborg-Kristianstad	29
Wickern-Mockeln	51	Hjo-Stenstorp	30
Karlshamn-Wislanda	77	Waldstena-Fogelstad	11
Falspoda-Finspong	57	Lidköping-Skara-Stenstorp	48
Mariestad-Moholm	17,5	Ulriceham-Wartofta	37
Wessman-Barken	17,5	Sundswall-Torpshammar	62
Marma-Sandarna	11	Diverse Strecken	187
Uebertrag	363	Im Ganzen	758

Im Bau oder projectirt sind ausserdem etwa 8 oder 10 solche isolirte Strecken von zusammen etwa 240 Kilom. Länge.

Russland hat bis jetzt zwei Schmalspurbahnen: die kaiserliche Bahn von Livny, und die Bahn Novgorod-Cudovo. Ausserdem sind neue Bahnen von ca. 700 Kilometer Länge dieser Art concessionirt. Diese Bahnen haben $1^{m},07$ Spurweite. Die Schienen wiegen 22,3 Kilogr. pro laufenden Meter, sind $6^{m},10$ lang und $0^{m},102$ hoch.

Die Livnybahn hat ein hügeliges Terrain, die Steigungen und Gefälle betragen bis 12,5 ‰ und die Minimalradien sind 208^{m}. Sie ist 62 Kilometer lang, und die grössten Gefälle befinden sich in einer Länge von 8850^{m} in einer und 6440^{m} in der entgegengesetzten Richtung. Eine 128^{m} lange Brücke liegt in der Mitte der Linie. Die Bahn besitzt zwei Tenderlocomotiven zu 17 Tonnen, fünf Locomotiven System Fairlie, 17 Personenwagen und 266 Güterwagen. Die Personenwagen sind auf p. 79 beschrieben und auf Fig. 1—10 Tafel XXXIII abgebildet, während die Gepäck- und Güterwagen (offene und bedeckte) auf p. 90 beschrieben, sowie auf Tafel XXXVI und XXXVII dargstellt sind. — Die Baukosten betragen 55,000 Mk., und die Fahrbetriebsmittel kosten 21,000 Mk., zusammen 76,000 Mk. pro Kilom. Bahn.

Die Novgorod-Cudovobahn ist 73 Kilom. lang und hat einen verhältnissmässig starken Personentransport. Diese Bahn liegt im ebenen Terrain; die grössten Steigungen und Gefälle betragen 7 ‰ und die Minimalradien der Curven 330^{m}. Die Baukosten betragen 42,500 Mk. und die Fahrbetriebsmittel kosten 11,500 Mk., zusammen 54,000 Mk. pro Kilom.

§ 21. Beschreibung ausgeführter Secundärbahnen. (Fortsetzung.)

K. In Norwegen.[46]

Norwegen hat 122,000 □Meilen (engl.) Inhalt und nur 1,800,000 Einwohner. Diese beschäftigen sich an den Seeufern mit Fischfang und im Innern des Landes mit Viehzucht und Ackerbau, aber natürlich nur in dem geringen Maasse, als es das rauhe Klima und die Beschaffenheit dieses nördlichen Landes erlaubt. Dazu gesellt sich der wichtige Handel mit Holz, welches in den zahlreichen Gewässern durch Flössen billigst in die Seehäfen befördert werden kann. Schliesslich bilden auch Erze einen Theil der Einnahme, obwohl die Metallgewinnung trotz des Vorkommens guter Erze nur in kleinem Maassstabe betrieben wird.

[46] Nach einer diesbezüglichen norwegischen und englischen Broschüre des Herrn C. Pihl, »The Railways of Norway«, Christiania 1876.

35 Jahre hindurch hatte man bedeutende Summen zur Verbesserung der Fahrstrassen des Landes gespendet, um das Innere desselben mit den Uferplätzen und letztere mit einander zu verbinden.

Der Staat hat nur unbedeutend zu diesen Arbeiten beigetragen. Im Allgemeinen waren es die Gemeinden, welche diese Kosten tragen mussten. Es bestehen keine Mauth- und Strassensteuern in Norwegen.

Im Jahre 1854 wurde die erste Eisenbahn (Nr. I) von Robert Stephenson erbaut; sie verbindet den Mjösensee, dessen Ufer zu den besten Landstrichen gehören, mit der Hauptstadt Christiania.

Diese 42 engl. Meilen lange Eisenbahn wurde grösstentheils aus englischen und norwegischen Privatmitteln erbaut und kostete 140,000 Mk. pro Kilometer.

Im Jahre 1862 wurde eine Zweigbahn östlich bis Kongsvinger hauptsächlich aus Staatsmitteln erbaut und von da 1865 bis an die schwedische Grenze fortgesetzt. Diese Bahn (Nr. II) ist 71 engl. Meilen lang.

Diese beiden Bahnen sind normalspurig angelegt. Die erstere wurde mit Brunellschienen auf Langschwellen hergestellt, welche durch Querschwellen verbunden sind. Die zweite wurde mit Querschwellen und Vignolesschienen im Gewichte von 36 Kilogr. pro lauf. Meter gebaut. Die grösste Achsenbelastung betrug 10,3 Tonnen.

Natürlich giebt es wenige Bahnen in Norwegen, welche die Betriebskosten decken können, von den Interessen des Anlagecapitals gar nicht zu reden.

Daher hätte dieses Land auf unabsehbare Zeiten die Vortheile der Eisenbahnverbindungen entbehren müssen, wenn es nicht möglich gewesen wäre, dieselben mit geringem Anlagecapital herzustellen.

Die Lösung dieses Problems hat man in der schmalen Spur gefunden.

Gleichzeitig mit dem Bau der Kongsvingerstrecke hat der Staat, grösstentheils aus eigenen Mitteln, zwei Schmalspurbahnen von 3′ 6″ engl. Spurweite mit 37 und 40 Pfd. (pro Yard) Schienen gebaut. Eine derselben geht gegenwärtig aus der am Mjösensee gelegenen Stadt Hamar bis nach Grundset und ist 24 engl. Meilen lang. Diese Strecke (No. III) wurde im Jahre 1871 bis nach Aamot fortgesetzt (Endstation Rena). Die andere (No. IV) geht von der Stadt Throndhjem ($63^1/_2$° N. B.) südlich nach Stören, 30 Meilen von Throndhjem, wo sie gegenwärtig endet. Die Verbindung dieser beiden Strecken (zwischen Stören und Aamot) ist seit den letzten drei Jahren im Bau und wird bald beendet sein.

Die Art und Weise, auf welche das Baucapital für die Kongsvinger, Hamar- und Throndhjemstrecke beschafft ist, wurde seitdem regelmässig für alle folgenden Eisenbahnen Norwegens befolgt. Die Bezirke, welche eine Eisenbahn zu haben wünschen, subscribiren einen Theil des nothwendigen Capitals, welcher, je nach ihren Finanzkräften, zwischen $^1/_5$ bis $^1/_3$ des ganzen Betrages ausmacht, und bekommen für die Subscriptionssumme Actien ihrer Eisenbahn, welche durch den Staat genehmigt und nachher hergestellt wird, indem der Staat den Hauptantheil der Ausgaben trägt und sich dafür das ausschliessliche Verwaltungsrecht für die Eisenbahn vorbehält. Auf diese Weise wurden alle norwegischen Bahnen mit Ausnahme der ältesten Christiania-Mjösenbahn (von welcher übrigens der Staat ebenfalls die meisten Actien angekauft hatte, nachdem er vom Storthing zum gelegentlichen Ankauf der Actien autorisirt war) als Staatsbahnen erbaut.

Diese Eisenbahnen sind folgendermaassen nach einander entstanden:

1863—1868 die Drammen-Randsfjordsbahn (Nr. V) mit 3′ 6″ Spur-

weite. Länge 56 engl. Meilen mit Zweigbahnen: Kongsberg (1871) 18 Meilen und Kröderensee (1872) 15 Meilen.

1869 — 1872 Christiania-Drammen (Nr. VI, 3′ 6″) 33 Meilen lang.

Mit Ende 1872 wurde der Bau der 3′ 6″spurigen, 198 Meilen langen Bahn Stören-Aamot (Nr. VII) angefangen, dieselbe soll die Hamar-Aamot und Throdhjem-Störenbahn verbinden. Diese Linie ist stückweise fertig und eröffnet circa 19 Meilen von Stören nach Singsaas Anfang 1876 und 35 Meilen von Aamot bis Koppang Ende 1875.

Im Herbst 1874 wurde die normalspurige Bahn Christiania-Frederikshald (Nr. VIII) begonnen. Diese 85 Meilen lange Bahn mit einer 50 Meilen langen Inlandabzweigung wird 21 Meilen gegen die schwedische Grenze fortgesetzt, um so das schwedische Eisenbahnnetz mit dem norwegischen zu verbinden.

Im Herbst 1874 wurde Stavanger-Egersund (Nr. IX) begonnen, diese 47 Meilen lange, 3′ 6″ spurige Strecke ist die westlichste Fortsetzung der Christiania-Drammenbahn.

Im Herbst 1875 wurde die 4′ $8^1/_2$″spurige (Nr. X) Bahn von Throndhjem über Meraker nach der schwedischen Grenze angefangen. Länge 64 Meilen. Diese Linie soll hauptsächlich den Holzexport aus den anliegenden schwedischen Provinzen über den eisfreien Hafen von Throndhjem vermitteln.

Im Herbst 1875 wurde die 3′ 6″spurige Bahn Bergen-Voss eröffnet (No. XI). Dieselbe führt durch eine sehr felsige Gegend und wird beträchtliche Schwierigkeiten haben, z. B. Tunnel von 4 — 5 engl. Meilen Länge. Damit ist ein Project in Verbindung, nach welchem die Kröderenzweigbahn der Drammen-Randsfjord bis zum Hallingdalthal gezogen werden soll, und zwar über eine Bergkette von 4500′ über Meer, von wo die Bahn verhältnissmässig schnell gegen Vossevangen, dem Endpunkt der gegenwärtigen westlichen Linie abfällt.

1875 wurde die Drammen-Laurvig und Skien Eisenbahn 3′ 6″ spurig (Nr. XII) bewilligt (96 Meilen) und sollte 1876 angefangen werden.

Desgleichen Eidsvold-Hamar (36 Meilen), normalspurig.

Norwegische Bahnen.

a) Im Betrieb:

	Eröffnet.	Länge in engl. Meilen 4′ $8^1/_2$″ Spurw.	3′ 6″ Spurw.
I. Christiania-Mjösen:			
nach Dahl	1853	42	—
nach Eidsvold	1854		
II. Lilleström-Kongsvinger bis zur schwedischen Grenze:			
nach Kongsvinger	1862	71	—
bis zur schwedischen Grenze	1865		
III. Hamar-Grundset-Aamot:			
nach Grundset.	1862	—	40
nach Aamot.	1861		
IV. Throndhjem-Stören	1864	—	30
V. Drammen-Randsfjord mit Abzweigungen nach Kongsberg und Kröderen:			
von Drammen nach Vigersund	1866	—	56
Vigersund-Skjaerdalen . . .	1867		
Skjaerdalen-Randsfjord. . .	1868		
Transport		113	126

	Eröffnet.	Länge in engl. Meilen. 4' 8½" Spurw.	3' 6" Spurw.
	Transport	113	126
Zweigbahn nach Kongsberg	1871	—	18
Zweigbahn nach Kröderen	1872	—	14
VI. Cristiania-Drammen	1872	—	33
Länge der Bahnen im Betrieb		113	191
b) Strecken im Bau oder definitiv angefangen:			
VII. Stören-Aamot		—	198
VIII. Christiania-Frederikshald . . . 85 Meilen mit Inlandabzweigungen . . . . 50 - und bis zur schwedischen Grenze 21 -		156	—
IX. Stavanger-Egersund		—	47
X. Throndhjem-Meraker-schwedische Grenze		64	—
XI. Bergen-Vossevangen		—	66
XII. Drammen-Laurvig-Skien		—	96
XIII. Eidsvold-Hamar		36	—
Zusammen ad b		256	467

Zusammen 369 engl. Meilen Normalspur
598 - Schmalspur
Summa 967 engl. Meilen Bahn.

Auf allen Bahnen fährt man mit derselben Geschwindigkeit circa 14—15 Meilen pro Stunde, Aufenthalt inbegriffen. Die schmalspurigen Waggons enthalten dieselbe Anzahl Sitze, und die schmalspurigen Güterwagen halten 5 bis 7 Tonnen gegen 6 bis 8 der normalspurigen.

Die Schmalspurbahnen haben 4 Classen Locomotiven, alle Tendermaschinen, von 10,6 bis 19,85 Tonnen im Dienst.

Die Personenwagen sind 1. Classe combinirt mit 2. Classe, Preis 1514 Pfd. Sterl., und 2. Classenwagen, Preis 638 Pfd. Sterl. (5,2; 4,6; 3,9 Tonnen).

Die Güterwagen, Preis 300 bis 490 Pfd. Sterl., bedeckte (3,7 Tonnen), Hochbordwagen (3,6 Tonnen), Niederbordwagen (3,5 Tonnen), Holzwagen (3,1 Tonnen) und Plateauwagen (3,3 Tonnen).

Hauptdimensionen der Bahn (Schmalspur).

(Vergl. Fig. 2—8 auf Tafel V.)

Kronenbreite	12' 6"	Norw.
Einschnittsbreite in Erde	12' 6"	-
Einschnittsbreite in Felsen	12' 0"	-
Breite der Tunnel	13' 0"	-
Breite an der Balastoberfläche	8' 0"	-
Dicke der Balastschichte	1' 6"	-

Die Schwellen sind von Rothkieferholz 6' 6" lang, halbrund und gefertigt aus Stämmen, welche oben 9" im Durchmesser haben. Die Entfernung in der Mitte der Schienenlänge 2' 9", sonst 2' 6", am Ende 2' und an den schwebenden Stössen 1' 5". Grösste Steigung 1 : 42. Der schärfste Halbmesser beträgt 600 Fuss. Die Brücken sind entweder aus Holz oder aus Eisen auf Steinpfeilern. Mit Ausnahme einiger Städte sind alle Stationen aus Holz gebaut.

Die Frachtsätze sind aus einem constanten Betrag und einem, der mit der Distanz wächst, zusammengesetzt.

Personentarif (nach 24 Meilen Länge gerechnet) für 1 Meile:

Schmalspur.		Breitspur.		
1. Classe.	2. Classe.	1. Classe.	2. Classe.	3. Classe.
Cents.	Cents.	Cents.	Cents.	Cents.
2,3	1,3	3	2	1

Die Güterttarife rechnet man entweder pro Centner (110 engl. Pfd.=1 Ctr.) oder nach Wagenladungen (100—140 Cent.). Jede Art wird classificirt nach Werth, Volumen und wie es sich zum Transport eignet.

Die folgende Tabelle, welche nach Wagenladungen für 42 Meilen Entfernung berechnet ist, soll von den Gütertarifen für volle Wagenladungen (80 bis 90 % aller Gütertransporte) Begriff geben. Es muss aber bemerkt werden, dass oft dieselbe Waare (besonders verschiedene Holzsorten) auf verschiedenen Strecken auch anders classificirt werden.

Eine Wagenladung auf eine Meile:

	1. Classe.	2. Classe.	3. Classe.	4. Classe
	Cents.	Cents.	Cents.	Cents.
Schmalspurige Bahnen	14,3	12,4	10,8	8,3
Normalspurige Bahnen: Christiania-Mjösen	16	14	12	9
Kongsvinger Strecke, welche sehr niedrigen Tarif hat, zufolge der verhältnissmässig geringen Steigungen[47])	11	9,4	8	6

Als Anhang zu dieser Beschreibung theilen wir in Folgendem einen Auszug aus dem Berichte der Eisenbahncommission an den Storthing mit, welcher den jetzigen Stand der norwegischen Bahnen, und speciell der Schmalspurbahnen, noch besser illustrirt.[48])

Da der verlangte Bericht dem Storthing noch im Jahre 1875 vorgelegt werden musste, so hat man sich im Allgemeinen auf generelle Prüfungen beschränken müssen und dabei namentlich in Betracht gezogen, wie weit voraussichtlich die Staatsmittel reichen; in wie weit Districtsbeiträge angeboten sind, resp. ob deren Angebot zu erwarten ist; ob eine Rentabilität der vorzuschlagenden Bahnen vermuthet werden darf; welchen Umfang die Unternehmungen rücksichtlich der voraussichtlich vorhandenen Arbeitskräfte annehmen dürfen; welche Bahnen erforderlich sind, eines Theils um die vorhandenen oder die im Bau begriffenen Bahnen in passender Weise zu verbinden resp. zu erweiteren, anderen Theils um die Entwickelung der einzelnen Landestheile zu fördern, sowie die Entfernung in Zeit und Raum, wie sie die langgestreckte Lage des Landes und die zerstreut und getrennt wohnende Bevölkerung hervorruft, zu kürzen; und schliesslich, welche Bahnen zu bauen sind, um die wünschenswerthen Verbindungen mit Schweden, sowie mit dem Auslande herzustellen.

Als Zeitraum, welcher als vorläufiger Rahmen für Durchführung des Planes hat aufgestellt werden müssen, sind 15 Jahre angenommen. Die Commission hat jedoch für den Fall, dass der Plan nicht in seiner ganzen Ausdehnung zur Ausführung kommen soll, eine Gruppirung der einzelnen Anlagen, je nachdem sie für das allgemeine Interesse von geringerer oder grösserer Bedeutung sind, vorgenommen und

[47]) Die Steigungen sind 1:250 in der belasteten Fahrt und 1:200 in der entgegengesetzten.
[48]) Nach der Zeitung d. Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 1876, Beil. zu Nr. 16.

für die in erster Reihe in Vorschlag gebrachten Bahnen die Zeitdauer der Ausführung auf 12 Jahre berechnet.

Zuerst wird die Frage gestellt, welche Bauart, namentlich welche Spurweite zur Anwendung kommen muss. Bis jetzt sind in Norwegen nur die erste von Engländern erbaute Bahn Christiania-Lilleströmen-Eidsvold und die an dieselbe angeschlossene Verbindungsbahn mit Schweden, Lilleströmen-Kongsvinger-Charlottenburg-Laxa breitspurig (4′ 8½″ engl.), ausserdem werden die im Bau begriffenen weiteren Bahnverbindungen mit Schweden, dessen Hauptbahnen diese Spur haben, nämlich die Linien: im Süden der letztgenannten Bahnverbindung, Christiania-Moss-Fredrikstad-Sorpsborg-Fredrikshald-Vlögen mit Nebenbahnen und der auf Norwegischem Gebiet liegende Theil der die scandinavische Halbinsel quer durchschneidenden Bahn: Drontheim-Meraker-Sundsvall, von breiter Spurweite. Bei den übrigen vorhandenen resp. im Bau begriffenen Bahnen ist dagegen die schmale Spur (3′ 6″ engl.) angewandt.

Die Anlagekosten für die in Vorschlag zu bringenden Bahnen sind bei schmaler Spur 40,037,000 Spthlr.[49]), für breite Spur, bei Benutzung von Schienen von 60 Pfd. engl., auf 53,340,000 Spthlr. normirt. Diese letztere Summe wird von der Commission für so bedeutend angesehen, dass wegen der ungünstigen Verkehrsverhältnisse davon nicht die Rede sein könne, wenigstens nicht im vollen Umfange. Gegen die Anwendung der breiten Spur mit leichteren Schienen (von der Benutzung der Schienen von 45 Pfd. wird übrigens wegen der Steigungs- und klimatischen Verhältnisse abgerathen und dagegen event. mindestens das Gewicht von 50 Pfd. pro Yard bei breiter Spur empfohlen) glaubt die Commission sich schon deswegen erklären zu müssen, weil dadurch der Umbau der fertigen und im Bau begriffenen schmalspurigen Bahnen zu Bahnen mit breiter Spur bedingt und somit eine Mehrausgabe von circa 9⅖ Mill. Spthlr. erforderlich werde. Von der Anwendung der breiten Spur kann nach Ansicht der Commission nur in sehr beschränktem Umfange die Rede sein, denn nach den gesammelten Erfahrungen erweisen die schmalspurigen Bahnen sich zur Bewältigung des vorhandenen oder zu erwartenden Verkehrs vollständig ausreichend.

Als Beweis für die Richtigkeit dieser Behauptung wird unter anderem angeführt, dass auf der Drammen-Randsfjordbahn bei Steigungen von 1:75, 1:100, 1:150 und 1:280 eine Bruttolast von resp. 144, 216, 200 und 405 Tonnen, entsprechend einer Wagenzahl von 16, 24, 32 und 45 à 9 Tonnen Bruttolast, von den neuen Sechskuppler-Locomotiven befördert werden.

Es wird dann ferner besonders darauf hingewiesen, wie gross die Ertragsfähigkeit der schmalspurigen Bahn ist, die, selbst bei einem sehr geringen Verkehr, doch die sämmtlichen Betriebsausgaben zu decken vermag. Als Beispiele werden die Betriebsergebnisse der Throndhjem-Stören- und der Hamar-Elverumbahn hingestellt.

Als die Anlage der Ersteren beschlossen wurde, hatte man angenommen, dass mindestens einige Jahre ein Zuschuss zu den Betriebsunkosten von einigen Procenten des Anlagecapitals erforderlich sein werde. Diese Bahn hat jedoch nicht nur von Anfang an ihre Betriebsausgaben gedeckt, sondern sogar bis zum Jahre 1873 einen Reservefond von 16044 Spthlr. gesammelt, obgleich deren Betriebsverhältnisse denen der Hauptbahn auf deren schwierigsten Strecken gleich zu achten sind. Die Hamar-Elverumbahn hat gleichfalls ihre Betriebskosten stets gedeckt und dabei bis 1873 incl. einen Reservefond von 26832 Spthlr. gesammelt. Namentlich auf der letztgenannten Bahn war die Güterbewegung eine sehr geringe. Dieselbe betrug im Jahre 1870 in der einen Richtung 55,915 Ctr., in der anderen 189,432 Ctr.

[49]) 1 Spzth. = 1½ Thlr.; die nord. Meile = 1,5 deutsche M. = 11,25 Kilom.

Diese Fähigkeit der schmalspurigen Bahnen, sich mit einem verhältnissmässig sehr geringen Verkehr begnügen zu können, lässt sie, nach Auffassung der Commission für Norwegens Verhältnisse besonders geeignet erscheinen, denn es kann sich dort im Ganzen genommen nicht darum handeln, für einen bedeutenden Verkehr Bahnen zu bauen, sondern nur um solche Bahnen, die bei grosser Ausdehnung und ungünstigen Betriebs- und Steigungsverhältnissen sich mit so unbedeutenden Verkehrsmengen begnügen, dass überhaupt die Rede davon sein kann, dafür eine Eisenbahn zu bauen.

Die Commission glaubt daher von den vorzuschlagenden Bahnanlagen nur die Strecke von Blakjer nach Smaalensbahn in Trögstad (südlich von Christiania), welche zwei breitspurige Bahnen verbinden soll, und die Verbindungsbahn zwischen der West- und Ostbahn in Christiania zum Bau mit breiter Spur empfehlen zu dürfen.

Für die Anlage der letztgenannten Bahn dürften event. beide Spurweiten anzuwenden sein.

Alle bisher gebauten oder im Bau begriffenen Bahnen, die Hauptbahn (Christiania-Eidsvold) ausgenommen, sind resp. werden auf Rechnung des Staates gebaut, indem die Communen und Private einen Theil des Anlagecapitals zuschiessen. Die Höhe dieses Zuschusses ist je nach den Verhältnissen verschieden und variirt von $^1/_3$ bis $^1/_9$ der Anschlagsumme.

Die Einzahlung des Zuschusses hat von Privaten innerhalb fünf Jahren, von den Communen innerhalb zwanzig Jahren nach Beginn der Arbeiten zu geschehen. Ausnahmsweise wird auch seitens der Communen der Zuschuss innerhalb fünf Jahren eingezahlt sein müssen. Nach geschehener Einzahlung sind für die Beiträge Actien von den bezüglichen Eisenbahnen auszugeben; den Inhabern solcher Actien wird jedoch durchaus kein Einfluss auf den Bau und Betrieb zugestanden, sondern diese sind in den Händen der vom König ernannten Directionen.

Hiernach werden folgende Projecte besprochen:

In erster Reihe:	Spurweite.	Länge in Meilen.	Anschlagssumme. Spthlr.
a) Verbindungsbahn zwischen der Haupt- und Hamarbahn über Hedemarken	3′ 6″	5	830,000
b) Verbindungsbahn zwischen der Kongsvinger- und der Hamarbahn durch Solör	3′ 6″	8	805,000
c) Verbindungsbahn in Christiania	4′ 8$^1/_2$″	0,25	325,000
d) Westlandsbahn von Drammen nach Ekersund mit Seitenlinien (Dramen-Skien 19,70, Skien-Ekersund 39 Meilen)	3′ 6″	58,70	10,177,000
e) Die Bahn nach Bergen	3′ 6″	32,00	8,000,000
f) Die Nordbahn mit Seitenlinien nach Rökenviken und nach der Station Randsfjord	3′ 6″	18,48	350,000
g) Gutbrandsdals-Romsdalsbahn auf der Strecke zwischen Veblungsnaes und Lillehammer, sowie von hier nach Hamar	3′ 6″	30,00	4,615,000
h) Die Linie Stördal-Namsos	3′ 6″	14,00	2,430,000
	Zusammen	166,43 Meilen	

mit einer Voranschlagsumme von 31,032,000 Spthlr.

In zweiter Reihe werden sieben Strecken genannt von zusammen 51,75 Meilen Länge mit 9,350,000 Spthlr.

§ 22. Einige secundäre und schmalspurige Bahnen in Nordamerika und in den englischen Colonien. — Die Toronto und Nipissing Eisenbahngesellschaft hält man für die älteste schmalspurige öffentliche Bahn in Amerika. Diese Bahn von 3′ 6″ engl. Spurweite geht von Toronto nach dem Gullflusse in einer Länge von 87 engl. Meilen und kostete 18,800 Pfd. Sterl. (specie), was (nach der Railroad Gaz., 1875, p. 458) im jetzigen Werthe 22,000 Pfd. Sterl. pro engl. Meile ausmacht. 30 Proc. dieses Capitals sollen durch die Regierung und durch die betheiligten Ortschaften gedeckt worden sein. Ausser einer bereits ausgebauten Zweigbahn sollte die Bahn um einige Hundert Kilometer nach Norden verlängert werden. Zu derselben Zeit als die Toronto-Nipissingbahn entstand, bildete sich die Toronto-Grey-Bruce-Eisenbahngesellschaft und baute damals (vor circa 10 Jahren) die 70 Meilen lange Bahn von Toronto nach Garafraxa-Road, welche bis zu den Ufern des Huronensees bei Kincardine und Owen Sound ausgedehnt werden sollte, so dass die Länge über 200 engl. Meilen betragen hätte. Diese Gesellschaft wurde in ähnlicher Weise subventionirt. Wie weit diese Arbeiten bis heute vorgeschritten sind, können wir nicht sagen, und beschränken uns vielmehr auf einige Mittheilungen, welche dem Engineering und der Railroad Gazette entnommen sind und zum Theile im Organ (VII. Bd. S. 134) veröffentlicht waren.

Das von diesen Bahnen durchschnittene Land ist hügelig, durchschnitten von Schluchten, worin die Hauptströme fliessen; auch haben die Bahnen im Westen eine hohe Hügelkette zu übersteigen. Um nun an Erdarbeiten zu sparen, sind in besonders schwierigem Terrain Steigungen bis 1:50 und Curven bis zu 350 Fuss engl. Radius zur Anwendung gekommen und auf diese Weise die Erdarbeiten auf durchschnittlich 15,000 Cubikyard pro engl. Meile beschränkt worden. Die Bahndämme haben 12′ 6″, die Einschnitte 15′ 6″ Breite des Planums, letztere mit Einrechnung von zwei kleinen Gräben.[50] Die ganze Bahn wird von einer hölzernen Einfriedigung und mit Thoren an den Niveauübergängen eingefriedigt. Sogleich nachdem das zur Bahn acquirirte Terrain von Bäumen und sonstigen Hindernissen befreit ist, wird die elektrische Telegraphenleitung längs der Bahn ausgeführt, damit der Oberingenieur stets per Telegraph mit seinen Untergebenen correspondiren kann. An solchen Stellen, wo Schneewehen zu befürchten sind, werden Schneezäune unter verschiedenen Winkeln angebracht, ein System, welches mit gutem Erfolg vom Oberingenieur Pihl bei den norwegischen Bahnen angewandt worden ist. Die Brücken werden in den meisten Fällen mit Widerlagern und Pfeilern von Bruchsteinmauerwerk ausgeführt. Der Oberbau der Brücken besteht in der Regel aus Holz, und zwar sind die Träger aus weissem Eichenholz nach dem Howe'schen Fachwerksystem construirt. Die grösseren Brücken haben Spannweiten zwischen 30 und 80 Fuss, die Breite der Brückenbahn zwischen den Geländern beträgt 11 Fuss.

Die Schienen wogen zuerst 40 Pfd. pro lfd. Yard und wurden horizontal (ohne

---

[50] Wir machen hier noch auf die von den Amerikanern befolgten Regeln bei Herstellung der Bettung besonders aufmerksam, welche von unserm Gebrauch (v. p. 15) sehr abweichen, sich zur Anwendung der Secundärbahnen aber empfehlen, weil sie eine Einschränkung der Planumsbreite der Erdarbeiten gestatten.

Die Amerikaner bilden das Bettungsplanum so, dass man als Bettungsmaterial auch undurchlässige Materialien verwenden kann, indem sie die obere Profillinie kräftig wölben und dieselbe durch die unteren Kanten der Schwellenköpfe hindurchschneiden lassen. Bei dieser Anordnung eignet sich namentlich ein kiesiger, compacter Lehm als Bettungsmaterial, Sand und Kies aber nur dann, wenn sie bindende Beimengungen enthalten.

In losem Sande werden die Schwellen ganz eingebettet, wie in Europa üblich.

Neigung) verlegt und in Abständen von je $2^1/_2$ Fuss durch Querschwellen von $7^1/_2$ Fuss Länge, 8 Zoll Breite und 5 Zoll Dicke, von Eichen-, Buchen-, Tamarar- und Kastanienholz unterstützt. Diese Schienen haben sich aber als zu schwach erwiesen und wurden durch solche von 56 Pfd. Gewicht pro Yard, welches allgemein üblich in Amerika sein soll, ersetzt. Dabei ist die grösste Radbelastung $4^1/_2$ Tonnen und die Fahrgeschwindigkeit $16^1/_2$ engl. Meilen pro Stunde. Die Bahnen sollen mit Schotter versehen sein.

Die Toronto und Nipissing Eisenbahn besitzt 12 Locomotiven zu 15 Tonnen, 2 zu 10 Tonnen und 1 Fairlielocomotive zu 40 Tonnen Gewicht. Das Fahrmaterial ist mit Centralbuffer nach Art der norwegischen Bahnen gebaut.

Im Jahre 1873 betrugen die Einnahmen 221,812.51 Dollar
und die Ausgaben 135,733.21 - .
d. h. 16 % der Bruttoeinnahme.

Es wurden 15,567 Zugmeilen (engl.) zurückgelegt.

Die Ausgaben eines Personenzuges betrugen 72 Cents Gold und diejenigen eines Güterzuges 10,02 Cents Gold pro engl. Meile; im Ganzen 63 Cents Gold pro Zugmeile.

Dazu theilt die Railroad Gazette zum Vergleich die Ausgaben anderer Bahnen mit und zwar:

a) Die Brockville und Ottawa Eisenbahn in Canada, Spurweite 5′ 6″, Länge ähnlich derjenigen von Toronto und Nipissing, Auslagen pro Zugmeile 77 Cents;

b) Midlandeisenbahn in Canada, Spurweite 5′ 6″, 119 engl. Meilen lang, hatte zur selben Zeit 75 % mehr Centnermeilen, Auslagen pro Zugmeile $48^3/_4$ Cents;

c) Grand-Trunkeisenbahn, (zu einer theueren Zeit), Spurweite 5′ 6″, machte 64,918 Zugmeilen mit 25 engl. Meilen Geschwindigkeit pro Stunde, Auslagen 0,7 derjenigen von Toronto-Nipissing.

Es wäre wohl schwierig, alle die Secundärbahnen Nordamerikas zu bezeichnen, und wir erlauben uns blos eine Zusammenstellung der Schmalspurbahnen der Vereinigten Staaten, wie sie der Jahresbericht der Denver und Rio-Grandebahn (1874) bringt, hier mitzutheilen.[51])

Verzeichniss der Schmalspurbahnen in den Vereinigten Staaten am 1. Juli 1874.

Namen.	Eröff-net. Kilom.	Im Bau. Kilom.
1. Denver und Rio-Grande	260	1400
2. Cairo und Saint-Louis	150	240
3. Utah Nord	110	260
4. Kansas Central	90	900
5. Arkansas Central	100	240
6. Colorado Central (der schmalspurige Theil)	40	70
7. Denver, South-Park und Pacific	26	175
8. Nord- und Süd-Georgien	55	210
Uebertrag	831	3495
9. Montrose	45	45
10. Ripley	45	60
11. A. Johnston, Cambria Iron Comp.	40	40
12. Cherokee, Ala	15	15
13. Jowa, Ost	35	290
14. American-Fork	30	35
15. Pioche	30	30
16. Central Valley	20	20
Uebertrag	1091	4030

51) Nach der oft genannten Broschüre des Herrn J. Morandière, p. 45.

Namen.	Eröff-net. Kilom.	Im Bau. Kilom.
Uebertrag	1091	4030
17. East-Broad Top	50	50
18. Mineral Range Mich. . .	20	160
19. Wasatch u. Jordan Valley	20	25
20. Pittsburgh und Castle Shannon	15	15
21. Bell's Cap.	15	65
22. Peakskill Valley	10	10
23. Summit County, Utah .	15	50
24. Tuskegee	8	50
25. Louisville, Harrod's Creek und Westport	7	45
26. Painsville u. Youngstown	40	100
27. Baltimore, Swan Lake und Lowtontown	10	10
28. Peachbottom	65	105
29. Bingham Canon	30	30
30. Cheraw und Salisbury .	20	130
31. North Pacific Coast. . .	145	400
32. Duck River, schmalspurige Strecke	120	160
33. Green bay, Wabask und Faribault	—	105
34. Salzsee, Sevier Valley und Pioche	65	480
35. Nashville und Vicksburg	40	750
36. Vicksburg und Ship Island	290	290
37. South Branch, West Virginia	40	80
38. Stockton und Sone . . .	60	60
39. Washington, Saint-Louis und Cincinnati	50	1500
40. Greenville und Paint Roch	8	35
Uebertrag	2234	8735

Namen.	Eröff-net. Kilom.	Im Bau. Kilom.
Uebertrag	2234	8735
41. Bainbridge, Cuthbert und Columbus	32	230
42. California, Central . . .	240	750
43. Alameda, Oakland und Predmont	95	95
44. Juan San Peter und Sevier	15	120
45. Saint-Louis u. Manchester	13	50
46. Saint-Louis u. Florissant	25	25
47. Utah, Nord	142	—
48. Arkansas, Central . . .	135	—
49. Summi County.	5	—
50. Ceredo, Mineral	10	—
51. Natchez, Jackson und Columbus	5	—
52. Saint-Paul u. Jowa, Süd-West (Bahn gelegt) . . .	—	490
53. Chicago, Homer und Southern (Bahn gelegt) . .	—	560
54. Caledonia und Summer .	20	20
55. Wyandotte, Kansas City und North western . . .	80	—
56. Lawrence und Evergreen	5	5
57. Galena u. Süd-Wisconsin	50	240
58. Rio-Grande-Texas. . .	35	35
59. Walla-Walla-Oregon . .	15	50
60. Camden, Gloucester und Mt. Ephraim Neu-Jersey	5	5
61. Desmoines und Minnesota	65	250
62. Parkers und Karn's City	15	15
63. Wyandotte, Kansas City und Northwestern . . .	15	400
64. Green Spring nach Romney, West Virginien . .	25	80
Im Ganzen	3281	12155

Die Denver-Rio-Grande-Eisenbahn von $0^m,91$ Spurweite und 260 Kilom. eröffneter Länge (1874), fängt in Colorado an und geht bis nach Texas. Das Fahrbetriebsmaterial soll eine Verkleinerung des allgemein in Amerika üblichen sein. Fairlielocomotiven von 26 Tonnen Gewicht und mit sechs zu je drei gekuppelten Achsen (siehe p. 63) sind vorhanden. Die ersten 120 Kilometer haben 37,000 Mk. pro Kilometer gekostet; die übrigen Strecken sind schwieriger und theuerer und kosteten 50,000 Mk. pro Kilometer.

In Costa-Rica sollen (nach Morandière) einige Strecken einer Schmalspurbahn von $1^m,07$ Spurweite und bis jetzt ca. 60 Kilom. Länge die Hauptstadt San José mit dem atlantischen Ocean verbinden. Die grössten Gefälle und Steigungen

betragen 4 %. Die Schienen wiegen circa 21 Kilogr. per laufenden Meter und sind circa $0^m,80$ von Mitte zu Mitte entfernt. Das Fahrmaterial ist amerikanisch.

In Peru (Patillos) befindet sich eine 28 Kilom. lange Industriebahn von $0^m,76$ Spurweite. Die Schienen wiegen 17,5 Kilogr. pro laufenden Meter. Die grössten Steigungen und Gefälle betragen 35 ‰. Die Bahn wird mit Faierlie-locomotiven von 26 Tonnen Gewicht betrieben. Weiter werden die Bahnen Pimentel-Chiclayo und Chimbote-Huaraz, beide von $0^m,91$ Spurweite, genannt.

In Bolivia befindet sich eine 240 Kilom. lange Bahn von 1^m Spurweite, welche von Brasilien und Bolivia gemeinschaftlich erstellt wird, um die Schifffahrt auf den reissenden Strecken des Mamoréstromes zu ersetzen. In Brasilien hat man ferner die Schmalspurbahnen Porto-Alegro-Hamburg von $1^m,07$ Breite und die Ita branch und Mogy-Mirim branch von $1^m,00$ Spurweite.

In Chili befindet sich die 3′ 6″spurige und $4^1/_2$ engl. Meilen lange Tongoibahn[52]. Sie führt zu den Kupferminen von Tamoya, beginnt an dem Fusse einer Hügelkette und macht, um tiefe Schluchten zu vermeiden, viele Windungen mit Curven von 187 Fuss Radius. Derartige Curven sind 25 bis 30 Stück vorhanden. Auch hat die Bahn viele Steigungen, die steilste Gradiente ist 1 : 19.

Schienen: 42 Pfund pro Yard, 18 bis 20 Fuss lang, mit Laschen, welche Flantschen haben (fished-flanged) auf hölzernen Querschwellen. Wagen: Platformwagen 7 Fuss 6 Zoll bei 5 Fuss 10 Zoll aussen gemessen, mit 13 Zoll hohem Bord, ein Bord beweglich, Radstand 5 Fuss. I. und II. Classewagen: 16 Fuss bei 6 Fuss, aussen gemessen. Sitze der Länge nach, für 12 Passagiere. Maschinen: 6 gekuppelte Räder, Tendermaschinen. Innere Cylinder 12 Zoll auf 17 Zoll Hub. Räder sämmtlich 30 Zoll, mit Caillet's Uebertragungsapparat versehen; Radstand 10 Fuss 9 Zoll. Rostfläche 2 Fuss 8 Zoll mal 2 Fuss 2 Zoll.

Die ebenfalls in Chili gelegene Carrizalbahn hat eine Spurweite von 4′ 2″ engl.

		steigt:
Länge der alten Linie	18 engl. Meilen	734 Fuss
der Erweiterung	$4^1/_2$ -	826 -
englische Meilen	$22^1/_2$, Steig. (= 36 Kilom.)	1560 Fuss im Ganzen.

Durchschnittliche Steigung auf den ersten 18 engl. Meilen (= 29 Kilom.)	1 : 129
Maximum auf dieser Strecke	1 : 88
durchschnittliche Steigung auf der Erweiterungsbahn	1 : 28
Maximum auf derselben	1 : 25

Curven: 373 Fuss Radius und grösser. Schienen: 44 Pfd. pro Yard, 21 Fuss lang, mit Laschen, welche Flantschen haben. Schwellen 10 auf die Schienenlänge 8 Fuss bei $6^1/_2$ Zoll bei 4 Zoll. Wagen: Einige mit 8 Rädern wiegen 6000 Pfd. Andere mit 4 Rädern wiegen 2500 Pfd. Von 100 Tonnen Bruttowagengewicht sind 63 Tonnen Beladung oder Nettogewicht. Maschinen: sechsräderige gekuppelte

---

[52] Von Herrn von Kaven nach Light railways by Fox in Minutes of proceedings 1868, p. 49—70. Beschreibung und Abbildung der Locomotive im Engineering, March 26., 1871, p. 201 und im Technologiste 1871.

Tendermaschinen. Innere Cylinder 12 Zoll und 17 Zoll Hub. Raddurchmesser 30 Zoll, mit Caillet's Uebertragungsvorrichtung, wiegen im dienstfähigen Zustande $14^{1}/_{2}$ — 15 Tonnen. 500 Gallons Wasser im Tender (= 110 Liter).

Diese Maschinen ziehen eine Bruttolast von 125 Tonnen (von welchen 79 Tonnen Nettolast ist) aufwärts Die ersten 18 engl. Meilen (= 29 Kilom.) mit durchschnittlich 9 Meilen Geschwindigkeit (= $14^{1}/_{2}$ Kilom,) und eine Bruttolast von 52 Tonnen (von welchen 32 Tonnen Netto) auf der Erweiterungsbahn, mit 5 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde (= 8 Kilom.).

In den englischen Colonien scheint die Spurweite von 3′ 6″ engl. allgemeine Einführung für Nebenbahnen zu erhalten. Eine der ersten Indischen Bahnen war die im Jahr 1865 eröffnete, 19 engl. Meilen lange Arconum-Conjverambahn von 3′ 6″ Spurweite. Herr v. Kaven theilt[53]) folgende Daten darüber mit:

Diese Bahn geht durch eine flache Gegend und besteht vornehmlich aus niedrigen Dämmen mit vielen Durchlässen behufs Drainirung und mit zwei eisernen Brücken auf Schraubenpfählen fundirt, von beträchtlicher Grösse, über Flüsse, welche beträchtlichen Hochwasserständen ausgesetzt sind. Diese Bauwerke sind solide ausgeführt. Der Oberbau besteht aus breitbasigen Schienen von $35^{1}/_{2}$ Pfd. pro Yard Gewicht, welche mit Nägeln auf Schwellen von Teakholz befestigt sind. Die Schwellen sind 2′ 6″ von Mitte zu Mitte entfernt und gut unterbettet. Die Fahrbetriebsmittel sind den Norwegischen ähnlich, nur sind bei deren Construction die klimatischen Verschiedenheiten berücksichtigt worden. Die Kosten betragen 3200 Pfd. Sterl. pro engl. Meile (40,000 Mk. pro Kilometer) mit Inbegriff von Telegraphen und 3900 Pfd. Sterl. (48,500 Mk. pro Kilometer) incl. Betriebsmaterial und Zubehör. Obgleich der Verkehr keine grössere Geschwindigkeit als 12 bis 15 engl. Meilen pro Stunde erfordert, haben doch die Züge zuweilen 40 engl. Meilen pro Stunde gemacht incl. Aufenthalt.

Die Spurweitenfrage in Indien hatte damit geendet, dass man sich dafür entschloss, 1600 Kilom. Bahnen mit 1^{m} Spurweite auszuführen, und zwar aus Gründen der Sparsamkeit. Später haben strategische Betrachtungen eine theilweise Rückkehr verursacht.[53]) Es sind aber dennoch 250 Kilom. dieser Bahnen eröffnet worden, und eine bedeutende Länge ist im Bau. Nach den Annales des ponts et chaussées 1876 sind 1662 Kilom. dieser Bahnen gegenwärtig im Bau. In Indien befinden sich:

Die Nalhak-Arimgunjebahn, von $1^{m},22$ (4′) Spurweite und 44 Kilom. Länge; pro Kilometer Baukosten 13,600 Mk. Die Bahn von Rajputana (Delhi) nach Rewray etc., von der 94 Kilom. eröffnet und 134 Kilom. im Bau waren (1873), sowie die im Bau befindliche Bahn von Agra nach Nusserabad von 105 Kilom. Länge, sind beide 1^{m} Bahnen; die erstere kostete 59,000 Mk., die letztere 70,500 Mk. pro Kilometer Bahn. Ausserdem werden im Jahre 1874 noch die 1^{m} spurigen Linien Holkar (53 Kilom. eröffnet, 84 Kilom. im Bau), Nord-Bengalische Bahn (330 Kilom. im Bau) und diverse andere Strecken (176 Kilom. eröffnet, 1000 Kilom, im Project oder im Bau) genannt. Diese Bahnen haben Schienen von 20 Kilogr. pro laufenden Meter Gewicht, und die Schwellen sind $0^{m},75$ von Mitte zu Mitte entfernt. Die Locomotiven haben 3 gekuppelte Achsen und 4 Tonnen grössten Raddruck; sie wiegen 21 Tonnen Die Holkarbahn soll 142,500 Mk. und die Nordbengalische Bahn 91,500 Mk. pro Kilom. gekostet haben.

---

[53]) Nach Light railways by Fox Minutes of proceedings 1868.

Im Folgenden geben wir die Beschreibung der Wagen, wie sie das Organ, nach dem Engineering 1872, gebracht hatte.[54])

Die Wagen zeigen in ihrer äusseren Erscheinung und Construction in dem Mittelbuffersystem den Typus der engen Spuren, im Uebrigen aber nichts Auffallendes. Nur die grössere Ausladung des Daches und die beweglichen Jalousien der Fenster erinnern an die Nähe des Aequators. Einrichtungen zum Erwärmen des Fusswärmerwassers oder Sandes oder zum Anglühen comprimirter Kohle wird man wohl vergeblich auf den Stationen suchen können. Alle die Sorgen, die der Eisenbahningenieur der gemässigten und kalten Zone durch den Frost erleidet, kennt man dort nicht. Analog denselben sieht man aber Bestrebungen, den Passagieren die Last der Hitze möglichst erträglich zu machen. So haben die I. Classewagen der Meterbahn ein Badecabinet, doppeltes Dach mit Luftdurchgang zwischen beiden, sehr leicht gepolsterte Sessel und dergleichen Bequemlichkeiten. Verschliessbare Jalousien an den Fenstern sind an allen Personenwagen. Die inneren Dimensionen der I. Classewagen sind: Breite 182 Centimeter und Länge 530 Centimeter, wovon 96 Centimeter auf die Dienerabtheilung, 80 Centimeter auf das Badezimmer und 384 Centimeter auf den Salon kommen. Letzterer fasst sieben Personen zum Sitzen oder vier Personen zum Schlafen. Die gewöhnlichen I. Classewagen für den Localverkehr besitzen diese Einrichtung nicht, sondern haben drei Abtheilungen für je sechs Personen. Die II. Classe- und auch die III. Classewagen sind ebenfalls von erwähnten Dimensionen, und ist auch die Eintheilung der ersteren so wie bei den I. Classewagen, während die III. Classewagen nur Abtheilungen zu je acht Personen enthalten.

Im Vergleich mit den Wagen der alten, grossen Spurweite bieten die III. Classewagen (circa 93 Procent der Reisenden sind III. Classepassagiere) der Meterspur grössere Bequemlichkeit dar, wie diejenigen der breiten Spur. Während bei den Wagen der breiten Spur fünf Personen auf eine Bank kommen und jede $17^{2}/_{3}$″ bis 19″ Bankbreite und 417 bis 440□″ Fussboden benutzen kann, fallen bei den viersitzigen Bänken der Meterspurbahn 18″ Bankbreite und 486□″ Fussboden auf eine Person. Die Breiten der Wagen beider Spurweiten sind 7′3 bis 8′ und 6′.

Die wesentlichsten Gewichte der Meterspurwagen sind: vollständiger I. Classewagen und II. Classewagen = 87 Ctr.; III. Classewagen = 75 Ctr.; derselbe mit Bremse 79 Ctr.; Gepäckwagen mit Bremse 81 Ctr.; gedeckte Güterwagen mit Bremse 58 Ctr.; offene Güterwagen mit Bremse 48 Ctr.; eine Achsenbüchse $18^{1}/_{2}$ Kilogr.; Buffer mit Zughaken 80 Kilogr.; ein Rad 110 Kilogr. und eine Achse 65 Kilogr.

Die Locomotiven sind sechsrädrig mit zwei Kuppelachsen. Sie wiegen 20 bis 22 Tonnen und haben 16 bis 18 Tonnen Adhäsionsgewicht.

Ueber die Australischen Bahnen, von denen die von Neu-Süd-Wales zum Theile normalspurig, die von Queensland und Südaustralien 3′ 6″spurig, wie auch von den Neu-Seelandbahnen liegen uns ebenfalls einige Berichte vor, von denen wir vor Allem die von Kaven'sche Bearbeitung des Fitzgibbon'schen Berichtes im Folgenden fast wörtlich wiedergeben.

Bahnen von Queensland.[55])

Eine Vergleichung zwischen den Kosten von Bahnen von 4 Fuss $8^{1}/_{2}$ Zoll englisch

---

[54]) Schiene und Wagen im Engineering 1872, Locomotive dito 1876 abgebildet und beschrieben.

[55]) Aus »The Engineer.« XX. 1865. p. 246 und 1866. XXII. p. 449, letzteres aus den im Originale hier benutzten »Minutes of proceedings of the inst. of Civil Eng. XXVI. p. 49—79.« Light railways by Fox.

Spur und von $3^1/_2$ Fuss ist für die in Queensland angelegten Bahnen von dem Oberingenieur dieser Bahnen, Fitzgibbon, in einem sehr interessanten Berichte an den Gouverneur von Queensland enthalten, welcher Bericht die Frage secundärer Bahnen für die Colonien meisterhaft beleuchtet. Diese Bahnen haben viele Schwierigkeiten zu überwinden gehabt. Sie übersteigen zwei Gebirgszüge von 700 resp. 1400 Fuss Höhe über dem Terrain, die Hänge sind mit tiefen Schluchten durchschnitten und sehr steil, daher ungewöhnlich viele Viaducte, Brücken und Durchlässe, häufige Tunnels von grosser Länge, grosse Brückenweiten wegen starken Wasserandranges von nahe liegenden Gebirgen. Der Uebergang über die Little Liverpool Wasserscheide hat Gradienten von $^1/_{50}$ und Curven von 6 chains (396 Fuss) Radius, über die Hauptwasserscheide $^1/_{45}$ und Curven von 5 chains (330 Fuss) Radius. Sie kosten in den schwierigsten Theilen 10,000 Pfd. Sterl. pro engl. Meile in allem mit Betriebsmaterial, in den weniger schwierigen 6000 Pfd. Sterl. = 124,000 Mk. resp. 75,000 Mk. pro Kilometer, aber die Kosten einer breitspurigen Bahn, auf welcher man statt Curven von 5 chains Radius solche von 8 chains hätte anwenden müssen, werden auf das Dreifache nach einem Ueberschlage geschätzt.

Für Deutschland würde man etwa $^5/_8$ bis $^2/_3$ dieser Kosten zu rechnen haben, da die Arbeitslöhne in Queensland ausserordentlich hoch sind.

Folgende Vergleichungen werden von Fitzgibbon aufgestellt:

1) der kleinste Radius auf 3 Fuss 6 Zoll Spur ist 5 chains (330 Fuss engl.), diese Curven bieten denselben Zugwiderstand wie auf 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll Spur ein Radius von 7—8 chains (462—528 Fuss);

2) auf 22 engl. Meilen (= 35,4 Kilom.) der Linie zwischen Ipswich und Toowoomba, wo sie über die Little Liverpool und Main Ranges geht, kommen zahlreiche Curven von 5 chains (330 Fuss) vor, um grosse Einschnitte, Tunnel und Viaducte zu vermeiden, die bei grossem Radius vorgekommen wären. Bei 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll Spur hätte man 8 chains Radius (= 528 Fuss) nehmen müssen (wie beim Uebergang über die Blue Mountains in New-South-Wales), und eine vergleichende Berechnung hat ergeben, dass die Erdarbeitskosten bei 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll Spur mehr als drei Mal so hoch als bei 3 Fuss 6 Zoll gewesen sein würden;

3) die Brücken und Viaducte würden pro engl. Meile 35,400 Pfd. Sterl. gekostet haben (440,000 Mk. pro Kilometer) statt 6000 Pfd. Sterl. (75,000 Mk. pro Kilometer) bei der engspurigen Bahn. An Oberbau kostet die New-South-Wales Bahn pro engl. Meile 2996 Pfd. Sterl. 7 s. 6 d. (37,245 Mk. pro Kilometer), während die engspurige Bahn 2162 Pfd. Sterl. 4 s. 5 d. pro Meile engl. = (26,255 Mk. pro Kilometer) kostet, mit Inbegriff des Steinschlages, also eine Differenz von 834 Pfd. Sterl. pro Meile engl. zu Gunsten der engspurigen;

4) bei Vergleichung von eisernen Brücken, und unter Zugrundelegung von 150 Fuss weiten Oeffnungen, ist pro laufenden Fuss das Gewicht bei 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll Spur 2 Tonnen für 2 Gleise, und bei 35 Pfd. Sterl. pro Tonne = (689 Mk. pro Tonne) kostet der laufende Fuss dieser Brücke 70 Pfd. Sterl., während eine Brücke auf der engspurigen Bahn für ein Gleis und einen 20 Fuss breiten Weg nur 12 Ctr. engl. pro laufenden Fuss wiegt, was zu 35 Pfd. Sterl. pro Tonne pro Fuss 21 Pfd. Sterl. ergiebt, die Inanspruchnahme in beiden Fällen wie in England vorgeschrieben gerechnet;

5) die nachfolgende Tabelle giebt die Kosten des rollenden Materials mit Angabe der Kosten pro Reisenden.

	Locomotiven. £	I. Classewagen. £	Sitzplätze.	Kosten pro Sitz oder Passagier. £ s d	Combinirte Wagen. £	Sitzplätze.	Kosten pro Sitz oder Passagier. £ s d	II. Classewagen.	Anzahl Sitzplätze.	Kosten pro Passagier. £ s d	Vorläufer. + £	Güterwagen. + £	Bedeckte Güterwagen. + £	Pferdewagen. + £	Wagen für Equipagen. + £	Wagen für Kühe und Schafe. + £		
New-South-Wales 4′ 8½ Spur	3200	458	18	25. 9.0	458	24	18. 15.0	350	40	8. 15.1	320	110	140	255	140	135	—	—
Queensland 3′ 6″ Spur . .	1410	536	30	17. 17.0	450	36	12. 10.0	390	48	8. 1.0	173	100	125	178	106	116	—	—

Die angekreuzten Wagen haben auf beiden Linien etwa gleichen Rauminhalt.

Für gleiche Leistungsfähigkeit kostet das Material wie folgt, wenn man die nachstehende Anzahl Plätze und Wagen vergleicht:

	Queensland. Pfd. Sterl.	South-Wales. Pfd. Sterl.
100 I. Classepassagiere	1785	2545
100 combinirte Passagiere	1250	1875
100 III. Classepassagiere	805	875
1 Vorläufer	173	320
100 Gütertrucks	10000	11000
50 bedeckte Güterwagen	6250	7000
5 Pferdewagen.	890	1275
3 Equipagewagen	381	420
20 Viehwagen	2320	2700
	23791	28010
	für 15—20 engl. Meilen Geschwindigkeit.	für 40 engl. Meilen Geschwindigkeit.

Also ist das der engspurigen Bahn im Verhältniss von 114 zu 100 billiger, als das der weitspurigen; über das todte Gewicht verglichen zur Beladung ist in beiden Fällen leider nichts angegeben.

Die Locomotiven auf der Queenslandbahn von 3 Fuss 6 Zoll Spurweite bestehen aus drei verschiedenen Arten:

Tenderlocomotiven 15 Tonnen im dienstfähigen Zustande, sechsrädrig, davon 4 Treibräder auf den günstigsten Strecken der Linie; eine ähnliche Construction aber 20 Tonnen schwer im dienstfähigen Zustande auf 8 Rädern, davon 6 Treibräder, für die Little Liverpool Ebene, und die dritte eine Tendermaschine nach Fairlies Princip auf der grossen schiefen Ebene, mit zwei Drehgestellen, jedes auf 6 Rädern ruhend und mit dem Kessel, der an jedem Ende eine Rauchkiste hat, durch Reibnagel verbunden und mit der centralen Feuerbüchse durch geschlitzte Quadranten, in welchen sich Stützen, die an jedem Ende der Feuerbüchse angebracht sind, bewegen. Es sind also 12 Treibräder in zwei Gruppen vorhanden, und das mittlere Paar jeder Gruppe hat keine Radflantschen. Das Gewicht der Maschine im dienstfähigen Zustande beträgt 30 Tonnen, und sie ist danach berechnet, dass sie 120 Tonnen Bruttogewicht mit 15 engl. Meilen pro Stunde auf einer Steigung von 15 engl. Meilen (24 Kilom.) Länge,

mit Gradienten in der Regel $\frac{1}{40}$ und häufig vorkommenden Curven von 5 chains (330 Fuss) schleppen könne. Diese Maschine kostet frei an Bord in England 2500 Pfd. Sterl. Maschinen dieser Art gehen auf breitspuriger Bahn leicht durch Curven von 170 Fuss Radius mit 40 engl. Meilen = 64 Kilom. in der Stunde.

Bei der Construction der Locomotiven hatte man besonders im Auge, ihr Gewicht überhaupt niedrig zu halten, grosse Heizfläche zu schaffen und grossen Kohlen- und Wasserraum, und die Feuerbüchsen so einzurichten, dass man ein Brennmaterial von $^2/_3$ Holz und $^1/_3$ Kohle brauchen konnte, starke Bremsen anzuwenden und den Locomotivführer vor Hitze zu schützen.

Um die Maschine in den Stand zu setzen, scharfe Curven leicht zu passiren und Elasticität zwischen Schienen und Rad zu erhalten, ist der feste Radstand niemals über 7 Fuss 2 Zoll genommen, alle Maschinen sind mit vorzüglichen Federn versehen und mit Adams' spring tyres. Die Bandagen sind überdies nicht konisch, sondern cylindrisch.

Die Wagen dieser Bahn sind in England gebaut, nach dem Coupésystem, gewöhnlich 32 Fuss lang und 6 Fuss 6 Zoll weit. Die erste Classe Wagen für 30 Passagiere kosten 17 Pfd. Sterl. 7 s. pro Passagier, und die combinirten für 36 Passagiere 12 Pfd. Sterl. 10 s. pro Passagier, und die zweite Classe Wagen für 48 Passagiere kosten 18 Pfd. Sterl. 10 s. pro Passagier. Dritte Classe ist nicht vorhanden. Eiserne Untergestelle mit bogie-trucks und 8 Rädern, oder auch 6räderig mit Adams' radialen Achsbüchsen an jedem Ende. Bandagen von Stahl mit Adams' spring tyres, welche in den Curven gleiten und die Stösse zwischen Schiene und Räder abschwächen. Möglichste Verminderung des Gewichtes, soweit es die Dauerhaftigkeit zulässt, ist erstrebt. Sämmtliche Passagierwagen und die halbe Anzahl der Güterwagen sind mit Clark's continuirlicher Bremse versehen. Die Personenwagen sind mit allem Luxus ausgestattet.

Für eine andere engspurige in Queensland anzulegende Bahn sind Passagierwagen projectirt, welche 45 Fuss lang sind, auf 6 Rädern ruhen und mit Cross' radialen Achsbüchsen versehen sind, jeder mit 20 Plätzen erster Classe und 40 Plätzen zweiter Classe, die Sitze an jeder Seite nach der Länge mit einem Mittelgang und Platformen an den Enden, wo die Bremsen angebracht sind. Diese Wagen kosten nur 10 Pfd. Sterling pro Passagier.

Der Oberbau der erstgenannten Bahn besteht aus breitbasigen Schienen 40 Pfd. pro Yard schwer, $3^5/_8$ Zoll hoch, meistens 20 Fuss lang, mit Adams' Stuhllaschen, an den Stössen auf den Schwellen verschraubt, sonst genagelt, in den Curven mit Unterlagplatten; in den Curven mit dem kleinsten Radius sind ausserdem Leitschienen angebracht. Die Schwellen sind etwa 5 Zoll dick (Breite und Länge nicht angegeben) und 2 Fuss 6 Zoll von Mitte zu Mitte entfernt, durch eine auf der Bahn transportable Dampfsägemaschine, welche nach Abnahme der Flantschen in den nächstgelegenen Wald gefahren werden konnte, dort geschnitten.

Das Unterbettungsmaterial besteht aus Steinschlag, welcher in Queensland sehr hoch kommt.

Da der Gütertransport den Personentransport beträchtlich überwiegt, ist nur eine Maximalgeschwindigkeit von 15 bis 20 Meilen (24 bis 32 Kilom.) pro Stunde erforderlich, wonach das Betriebsmaterial, der Oberbau, auch die Accomodationen auf den Stationen sich richten.

Diese eingleisige 3 Fuss 6 Zoll Spur Bahn kann mit genügenden Ausweiche-

plätzen für die Züge versehen, einen Verkehr von 200 Tonnen Güter und 400 Passagieren nach einer Richtung während 12 Stunden besorgen, oder 400 Tonnen und 800 Passagiere in beiden Richtungen. Mit Nachtzügen hinzu kann das Doppelte geleistet werden, und bei zwei Gleisen das Sechsfache, eine Leistung, die noch lange Zeit genügt.

Die 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll Spur haltende Bahn in New-South-Wales ist so wie in England gebräuchlich, für Geschwindigkeiten von 40 Meilen pro Stunde = 64 Kilom. oder noch grössere construirt, und ihre Brücken, Oberbau, Maschinen, Wagen etc. sind dafür eingerichtet. Inzwischen zeigt sich, dass die Bedürfnisse dieser Colonie mit 27 Meilen engl. = $43^1/_2$ Kilom. pro Stunde vollständig befriedigt werden, was exclusive Anhalten die Geschwindigkeit jetzt wirklich ist, so dass die Extraausgaben für schwere Brücken, schweren Oberbau und stärkere Wagen, welche zu solch grosser Geschwindigkeit gehören, für die jetzige Generation nicht erforderlich, erst der späteren zu Gute kommen.

Fitzgibbon, der Oberingenieur der Queenslandbahnen, sagt in seinem Berichte an den Colonialminister sehr treffend das Folgende, was sich freilich am meisten auf Bahnen in den Colonien bezieht, die im Innern enden ohne Verkehrsmittelpunkte zu verbinden, und nur zum Absatz der Producte des Innern nach der Küste dienen, aber richtige ökonomische Gesichtspunkte enthält.

»Wir haben es für eine weisere Maassregel erachtet, zuerst nur für unsere übersehbaren Bedürfnisse zu sorgen und ein Bahnsystem auszuführen, welches unseren gegenwärtigen Kräften entspricht, indem wir unseren Nachkommen überlassen, mehr zu thun, wenn sich dies erforderlich zeigen sollte. Dies ist richtiger, als ihnen eine Schuldenlast zu hinterlassen durch Anlagen, deren späterer Werth zweifelhaft ist, während ihre jetzigen Nachtheile gewiss vorhanden sind. Hätten wir breitspurige Bahnen gebaut, so würde wegen der Kosten ein Aufschliessen des Innenlandes sehr in die Ferne gerückt sein, wodurch ein Aufblühen der Colonien ebenmässig verzögert worden wäre, oder man würde unter dem Druck einer unproductiven Schuld verarmt sein; man hätte keine Mittel übrig behalten, die Einwanderung zu unterstützen, und die hohen Steuern hätten solche abgeschreckt. Für alle diese Gefahren hätten wir noch nicht einmal die Garantie, dass unsere Opfer den nach uns Kommenden nützlich, statt wie eben nachgewiesen, vielleicht schädlich gewesen wären. Denn wie bei dem raschen Fortschritte der Technik neue Erfindungen bestehende Anlagen oft rasch werthlos machen, hätten wir statt ihrer unsere ersparten Mittel zu hinterlasssen, sie vielleicht mit einer schwerfälligen veralteten Einrichtung und einer schweren Schuld belastet.

Dadurch, dass wir jetzt eine Summe ausgeben würden, welche zwei bis drei Mal so hoch als die ist, mit welcher jetzt für uns genügende Einrichtungen hergestellt werden, während wir der vollkommenen Einrichtung erst nach 20 Jahren oder nach noch längerer Zeit bedürfen, würden wir so viel allein an Zinsen der Mehrsumme fortwerfen, dass wir damit diese bessere Bahn später ohne ökonomischen Nachtheil würden bauen können.

Diese Politik hat uns in den Stand gesetzt, folgende Vergleichung aufstellen zu können. New-South-Wales fing 1850 an, breitspurige Eisenbahnen zu bauen, und hat jetzt (31. Juli 1865) 145 engl. Meilen = 233 Kilom. eröffnet und 150 = 242 Kilom. im Bau. Queensland begann 1864 und wird 1865 40 engl. Meilen eröffnet haben = 64 Kilom., 180 engl. Meilen = 290 Kilom. im Bau und 250 engl. Meilen = 400 Kilom. in Vorarbeit.

Die Lage, in welche dieses Land durch die Annahme der 3 Fuss 6 Zoll Spur statt 4 Fuss $8^1/_2$ Zoll Spur versetzt ist, ist kurz folgende:

Die Vorzüge sind, dass die Colonie viel früher Communication mit dem Inneren erhält, mit Ausgaben, die sie ertragen kann, statt dass sie sonst diese Vortheile ins Unbestimmte hätte vertagen müssen. Sie ist mit geringerer Anleihe als sonst belastet, und genügt diese Anlage für lange Jahre.

Die Nachtheile sind: dass die Geschwindigkeit wegen der Spur und geringeren Maschinenkraft kleiner ist, ebenso die Leistung innerhalb gegebener Zeit. Aber wenn letztere für lange Jahre genügt, so ist Alles erreicht, was man wünschen konnte.

Ein Neu-Süd-Wales'scher Wagen ist auf p. 75 beschrieben und auf Taf. XXX Fig. 1—6 abgebildet worden.

In Süd-Australien befindet sich ebenfalls die Eisenbahn vom Wakefieldhafen auf die Hoyleebene, welche als Locomotivbahn erbaut, aber vorläufig mit Pferden betrieben wird.[56] Sie geht durch ein ebenes Land und hat 40,000 Mk. pro Kilom. gekostet. Die Schienen wiegen 20 Kilogr. pro laufenden Meter, und die Schwellen liegen $1^m,70$ von Mitte zu Mitte entfernt. Die Einschnitte haben mit Inbegriff der Seitengräben unten $4^m,80$ Breite. Die Bahn ist 84 Kilom. lang und hat $1^m,07$ Spurweite. Die ersten 22 Kilom. haben eine continuirliche Steigung von 12,5 $^0/_{00}$. Die Personenwagen von 2 Tonnen Gewicht sind für 40 Personen im Inneren und 10 Personen auf der Platform gebaut.

Ausserdem giebt es in diesen Gegenden einige andere Schmalspurbahnen von $1^m,60$ Spurweite, von denen einige mit Pferden, andere mittelst Locomotiven von 17 bis 22 Tonnen Gewicht betrieben werden und in ähnlichen Verhältnissen wie die Wakefieldbahn hergestellt sein sollen. Die Baukosten haben 56,000 bis 64,000 Mk. pro Kilometer betragen.

In Neu-Seeland sind seit 1872 393 Kilom. Schmalspurbahnen im Betrieb, von denen die Dunedin-Port-Chalmersbahn von 13 Kilom. Länge und $1^m,07$ Spurweite als bemerkenswerth genannt wird.

Ausser diesen Bahnen hätten wir die Matanzasbahn in Havana, die Batavia-Buitenzorgbahn in Java und eine Secundärbahn in Japan zu erwähnen, welche aber weiter für unsere Abhandlung von untergeordnetem Interesse sind, indem uns die Verhältnisse, unter welchen diese Bahnen gebaut sind und arbeiten, zu fern liegen. Der Aufschwung, welchen die schmale Spur in halbcultivirten und in uncultivirten Ländern nimmt, ist durch die erwähnten Beispiele genügend dargethan.

§ 23. Beschreibung einiger bemerkenswerther schmalspuriger Industrieeisenbahnen. — Von den zahlreichen Industrie-Eisenbahnen — unter welchen wir solche Bahnen verstehen, welche die Verbindung mit industriellen Etablissements, Bergwerken, Lagerplätzen etc. mit Haupt- und Secundärbahnen herstellen und (ohne jegliche Einrichtung für Personenverkehr) nur Güter befördern — wollen wir nachstehend nur einige besonders bemerkenswerthe schmalspurige Industriebahnen beschreiben.

1. Die schmalspurigen Bahnen im Oberschlesischen Bergwerks- und Hüttenrevier.

Diese der Oberschlesischen Eisenbahn gehörigen, in den Jahren 1853—1856 in Betrieb gesetzten schmalspurigen Zweigeisenbahnen wurden anfangs auf den Hauptlinien mit Locomotiven und auf den Nebenlinien mit Pferden betrieben. Im October

[56]) Engineering, 8. April 1870.

1860 wurde Pferdebetrieb durchweg eingeführt und das ganze Frachtgeschäft, auf die Dauer von 12 Jahren, einem Privatunternehmer pachtweise überlassen. Seit 1875 ist vom Frachtenunternehmer Rud. Pringsheim in Beuthen wieder Locomotivbetrieb eingerichtet, und zwar mittelst 12 Stück 60pferdiger, sechsrädriger Tenderlocomotiven aus der Fabrik von Krauss & Comp. in München.

Das Netz dieser schmalspurigen Bahnen dient zur Verbindung der oberschlesischen Gruben- und Hüttenreviere unter einander und mit der oberschlesischen Hauptbahn und ist vorwiegend zum Transporte von Erzeugnissen des Berg- und Hüttenbetriebes bestimmt.

Zu diesem Netze gehören:

	Kilom.
a) Linien von Brznezinka (zwischen Myslowitz und Imulin) über Janov, Laurahütte, Maczeckowitz nach Bahnhof Beuthen mit grösseren Abzweigungen	
b) nach Wilhelminenhütte	32,25
c) nach Rosdzin	
d) nach Kunigunden-Weiche	
e) nach Hohenlöhehütte und Kattowitz	
f) nach Königshütte	
g) Linie von Scharley über Beuthen (die Linie a kreuzend) nach Morgenroth und von hier nach Antonienhütte mit grösseren Abzweigungen . .	
h) nach Wilhelminengrube	23,25
i) nach Falva- und Thurzohütte	
k) nach Carl Emanuel- und Wolfganggrube	
l) Linie von Tarnowitz über Beuthen nach Bahnhof Morgenroth auf demselben Planum mit der breitspurigen Bahn, mit grösseren Abzweigungen	
m) nach Hugohütte	
n) bei Friedrichsgrube nach den dortigen Erzfeldern und denjenigen bei Kepten	34,50
o) nach Maria- und Elisabethgrube	
p) nach Apfel- und Theresegrube	
q) nach Berthahütte, dem Sophien- und Schlegelschacht, der Paulusgrube und der Godullahütte	

Die Länge sämmtlicher Anfangs 1876 vorhandener schmalspuriger Gleise betrug 93,545 laufende Meter Hauptgleise und 25,163 laufende Meter Nebengleise mit 342 Weichen.

Ferner an sogenannten fliegenden Gleisen (bei denen der Bahnkörper von Privaten angelegt, der Oberbau aber seitens der Bahnverwaltung hergestellt und unterhalten wird) 8878 laufende Meter Hauptgleise und 1034 laufende Meter Nebengleise mit 36 Weichen.

Ausserdem sind anschliessende Privatgleise (Gruben-, Industrie- und sonstige Bahnen für nicht öffentlichen Verkehr) vorhanden: 27^{m},101 Länge im Ganzen vom Abgangs- bis zum Endpunkt, mit 290 Weichen.

Von diesen 27^{m},101 werden 26^{m},250 mit Pferden und 851^{m} durch Locomotiven betrieben.

Die Länge aller Gleise dieser Privatbahnen beträgt 45^{m},302.

Diese Bahnen haben eine Spurweite von 785^{mm}. Es kommen auf denselben vielfach Steigungen von 1:60 bis 1:90, auf den Abzweigungen selbst von 1:30 bis

45 vor: die Minimalradien der Curven von den Hauptlinien betragen 75ᵐ und in n Abzweigungen nur 15ᵐ und 18ᵐ.

In denjenigen Gleisen, welche früher nur für den Pferdebetrieb bestimmt waren, gen Stuhlschienen (einfache T-Form) pro laufenden Meter 11,9 Kilogr. schwer, lche in 2,5 Kilogr, Mittel- resp. 3,5 Kilogr. schweren Stossstühlen ruhen und in sen mit eisernen Keilen befestigt sind. (Vergl. Fig. 2 auf Tafel VI.)

Die früher mit kleinen Locomotiven befahrenen Strecken haben von der Haupt-bn entnommene 23,3 Kilogr. pro laufenden Meter schwere 69ᵐᵐ hohe Brückschienen d 26,75 Kilogr. schwere, 91ᵐᵐ hohe Vignolesschienen. (Siehe Fig. 5 auf Tafel VI.)

Das Gewicht einer completen Stossverbindung dieser Schienen beträgt 6,77 Kilo-amm (zwei Laschen à 1,875 Kilogr., vier Bolzen à 0,195 Kilogr., eine Unterlags-tte 1,6 Kilogr., vier Nägel à 0,16 Kilogr.)

Späterhin sind noch andere Schienensorten angewandt, und bestehen gegenwärtig Gleise aus folgenden Schienengattungen:

Bezeichnung der Gleise.	69ᵐᵐ hohe Schiene Profil I.	91,5ᵐᵐ hohe Schiene Profil II.	104,6ᵐᵐ hohe Schiene Profil III.	130,8ᵐᵐ hohe Schiene Profil IV.	Stuhl-Schiene Profil V.	91,5ᵐᵐ hohe Schiene		Summe.
						von Eisen.	von Stahl.	
auptgleise lauf. Meter	4528	6843	7504	158	11736	37699	25077	93545
ebengleise " "	1211	3020	2145	—	1425	12379	4983	25163
liegende Gleise lfd. M.	732	1993	2671	—	3587	714	215	9912
Zusammen	6471	11856	12320	158	16748	50792	30275	128620

Auf den ersterwähnten Strecken liegen 1ᵐ,25 lange in durchschnittlich 942ᵐᵐ tfernung verlegte kieferne Schwellen, welche grösstentheils mit Zinkchloridlösung ränkt wurden. Die in späteren Jahren angewandten eichenen Schwellen sind osotirt.

An hauptsächlichen Bauwerken des Bahnkörpers sind vorhanden;

104 massive Brücken und Durchlässe,
27 hölzerne Brücken und Durchlässe,
2 Wegeüberführungen mit massiven Pfeilern und hölzernem Ueberbau,
2 Wegeüberführungen mit Blechträgerüberbau,
8 Wegeüberführungen mit hölzernem Ueberbau.

Ausserdem liegen in den mit den breitspurigen Flügelbahnen von Morgenroth h Tarnowitz und von Morgenroth nach Carl-Emanuelgrube gemeinschaftlichen Bahn-nmen noch folgende Bauwerke:

31 massive Brücken und Durchlässe,
2 Wegeüberbrückungen mit massiven Pfeilern,
1 gewölbte Wegeunterführungen,
1 Wegunterführung mit Blechträgern.

Von Stationsgebäuden sind zu erwähnen 7 sogenannte Controlhäuser und zwar Tarnowitz, Karf, Rossberg, Carolinengrube (zugleich Hauptbahnstationsgebäude), wodzie, Gute Hoffnungshütte und Davidhütte.

Die Controlhäuser bei Hugohütte, Friedrichsgrube, Laurahütte, Franz-Fanny-tte und Janow sind als solche eingegangen und, soweit Bedürfniss vorhanden, als enstwohnungen für das Bahnaufsichtspersonal verwendet, die übrigen aber an Pri-te vermiethet.

Bei Berthahütte und Antonienhütte befinden sich je ein Bahnmeisterhaus, bei Rossberg und Carolinengrube je ein Beamtenhaus.

Brückenwaagen sind 5 Stück aufgestellt.

Das Gesammtanlagecapital für die Zweigbahn im oberschlesischen Bergwerks- und Hüttenrevier hat am Schlusse des Jahres 1875 betragen in Summa 10,354,198 Mark 98 Pfennig.

Die Unterhaltung der baulichen Anlagen hat im Jahre 1875 folgende Kosten veranlasst:

a. Bahnmaterialien.

Zur Unterhaltung und Erneuerung des Oberbaues der schmalspurigen Zweigbahnen sind nachstehend aufgeführte Materialien von Belang verwendet worden:

Bezeichnung der Materialien.		Quantitäten der Materialien à Conto des Erneuerungs-fonds.	Betriebs-fonds.
104,6mm hohe Schienen (Profil III)	lfd. M.	1033	—
95,5mm - - (Profil II)	- -	—	886
Breitbasige Rossbahnschienen (Profil VI)	- -	861	118
- - von Stahl (Profil VI)	- -	13337	—
Eichene 1m,25 lange Stoss- und Mittelschwellen	Stück	8335	4
Kieferne 1m,25 - - - -	-	768	470
Eichene Weichenschwellen	lfd. M.	405	118
Kieferne -	- -	—	12
Herzstücke von Hartguss	Stück	11	6
Weichenzungen	-	61	14
Weichenrahmen	-	19	7
Schienennägel	-	—	40241
Laschenbolzen	-	—	10141
Seitenlaschen	-	—	2207
Eiserne Stuhlkeile	-	—	330
Hölzerne -	-	—	249
Schienenstühle	-	—	328
Stuhlschrauben	-	—	549
Steingerölle und Schlacken	Cbm.	—	20156

b. Gesammtkosten der Bahnunterhaltung.

Die Gesammtkosten der Bahnunterhaltung incl. Erneuerung haben betragen:

Bezeichnung der Ausgaben.	Kosten auf Betriebsfonds Mark.	Erneuerungs-fonds Mark.	Summa Mark.	Bahnlänge Kilometer.	Kosten pro Kilometer Bahnlänge Mark.
A. Bahnplanumoberbau.					
Unterhaltung des Bahnplanums der Seitengräben, Wegeüber-gänge etc.	31856	—	—	—	—
Unterhaltung des Oberbaues:					
a) Material	19161	—	—	—	—
b) Arbeitslohn	45999	—	—	—	—
Unterhaltung der Wegeüber- u. Unterführungen	3228	—	—	—	—
Unterhaltungen der Hecken, Pflanzungen etc.	716	—	—	—	—
Transport	100960	—	—	—	—

7	Stück hölzernen vierrädrigen	Wagen zu 5 Tonnen Tragfähigkeit, mit Bremsen,
8	- - -	Plateaux zu 2 - - - -
1646	- - -	Wagen - 5 - - - - (vom Transportunternehmer beschafft),
149	- - -	Wagen zu 3 Tonnen Tragfähigkeit, worunter 99 mit Bremsen (v. Transportunternehmer beschafft),
40	- - -	Plateaux zu 3 Tonnen Tragfähigkeit, worunter 20 mit Bremsen (v. Transportunternehmer beschafft),
10	- eisernen -	Wagen zu 5 Tonnen Tragfähigkeit, mit Bremsen, (von der Bahnverwaltnng beschafft.)
500	- hölzernen -	Wagen zu 5 Tonnen Tragfähigkeit, mit Bremsen, (von der Bahnverwaltung beschafft),
2360	Wagen mit 11,398 Tonnen Tragfähigkeit.	

Die Anzahl der Wagen hat sich im Jahre 1875 um 86 Stück und deren Tragfähigkeit um 430 Tonnen vermehrt.

Ausserdem ist ein Personenwagen vorhanden.

Die neueste Construction jener hölzernen, offenen Güterwagen zu Erz- und Kohlentransport der schmalspurigen Oberschlesischen Bahn sind auf Tafel XL durch Fig. 1—9 dargestellt und auf p. 94 u. s. w. ausführlich beschrieben.

2. Die schmalspurige Kohlenbahn Gerhard — Prinz Wilhelm.

Diese dem königl. Bergfiscus gehörende ca. 4 Kilom. lange Eisenbahn erstreckt sich von den Steinkohlengruben Gerhard und Prinz Wilhelm in der Nähe der Station Louisenthal an der Saarbrücken-Trier-Eisenbahn nach dem Saarcanal. Es kommen auf dieser Bahn fast nur Curven und Contrecurven von 188, 255, 320, 376, 451, 488 und 564 Meter Radius vor, sowie ausser kurzen horizontalen Strecken die Steigungen 1:69, 1: 71 und 1:72. Die Bahn besteht aus zwei Gleisen, deren Entfernung von Mitte zu Mitte $1^m,75$ beträgt. Jedes Gleis besitzt eine Spurweite von 725^{mm} ($27^3/_4{}''$), welche den gewöhnlichen Grubenwagen entspricht.

Zum Oberbau ist ein leichtes breitbasiges Schienenprofil verwendet, wovon der laufende Meter 14,65 Kilogr. wiegt. Die Länge der Schienen beträgt $5^m,6$ (18'); ihre Verbindung geschieht mittelst eiserner Unterlagsplatten, Laschen und Schrauben. Sie liegen auf je sieben Schwellen incl. Stossschwellen. Die letzteren sind 157^{mm} breit und $1^m,57$ lang, die Mittelschwellen sind 131^{mm} breit und $1^m,41$ lang. Die Stossschwellen liegen von jeder der nächsten Mittelschwelle 680^{mm}, die Mittelschwellen liegen je 836^{mm} von einander.

Die Schienen liegen direct auf den Mittelschwellen und sind daran mit kleinen Nägeln befestigt, von denen 20 Stück auf 1 Kilogr. gehen. Die Schwellen selbst liegen auf einer 130—160^{mm} starken Bettung von Kies. Die Schienen sind um $^1/_{16}$ nach innen geneigt, weshalb die Schwellen an den betreffenden Auflagestellen entsprechend schräg eingeschnitten sind.

Zur Herstellung einer Bahnlänge mit zwei Gleisen von der Länge gleich einer 18' ($5^m,5$) langen Schiene ergeben sich folgende Kosten:

		Mk.	Pfg.
4	Schienen à $5^m,6$ und 15,6 Kilogr., 1000 Kilogr. = 191 Mk.	= 63 Mk.	40 Pfg.
4	Unterlagsplatten à 0,55 Kilogr. à 50 Pfg.	= 1 -	— -
4	Paar Laschen dazu à 1,7 Kilom. à 35 Pfg.	= 2 -	40 -
16	Stück Laschenschrauben mit Muttern à 2,4 Kilogr. à 33 Pfg.	= — -	80 -
8	- Schwellenschrauben mit Muttern do.	= — -	80 -
	Tranport	68 Mk.	40 Pfg.

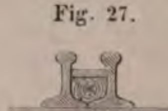
	Transport	68 Mk.	40 Pfg.
14 Stück Schwellen à 90 Pfg.	=	13 -	80 -
48 geschmiedete Hakennägel à 0,05 Kilogr. à 50 Pfg.	=	1 -	20 -
Für Legen, Herstellung der Bettung von Kies, an Arbeitslöhnen und Kiesmaterial ist zu rechnen		28 -	60 -
Also Herstellung der Bahnlänge von $5^m,6$ mit zwei Gleisen		112 Mk.	— Pfg.

Bei dem erwähnten Schienenprofil und einem Gewicht pro laufenden Meter von 14,6 Kilogr. ergiebt sich bei 836^{mm} Entfernung der Stützpunkte bei angenommener sechsfacher Sicherheit gegen Bruch als zulässige Belastung des Schienenprofils 1350 Kilogramm. Da es vorkommt, dass einige Schwellen näher, andere um einige Centimeter entfernter von einander liegen, so kann man als wirkliche Tragfähigkeit der Schienen 1250 Kilogr. mit Sicherheit annehmen.[57]

Die Weichen sind in der verschiedensten Weise theilweise als Spitzenweiche, und theilweise als Verschubweiche angeordnet. Die meisten Weichen gehören einem Radius von 125^m an, wobei die Entfernung des Anfangs dieser Krümmung bis zur Spitze der Kreuzung in gerader Linie gemessen $13^m,5$ gelegt wurde.

Alle Kreuzungen sind zwischen den Schienen mit trockenem Eichenholz ausgefüttert und darauf mit einem $6^1/_2{}^{mm}$ starken Flacheisen belegt, (s. nebenstehende Fig. 27). Die Entfernung dieser Flacheisen von der Schienenoberkante ist 22^{mm}. Die Spurkränze der Locomotiven- und Wagenräder laufen beim Uebergange über diese Weichenspitzen auf dem genannten Belag auf, welcher je 558^{mm} vor und hinter der Weichenspitze entfernt angebracht ist. Es werden dadurch die Stösse vermieden, welche beim Verlassen der Spitze, Ueberschreiten des leeren Raumes und Auslaufen resp. Aufstossen auf die folgende Schiene entstehen. Da die Schienen bei den Weichen durch Aushauen der Spitzen geschwächt werden, so ist die Entfernung der Unterstützung mittelst gusseiserner Stühlchen $523—627^{mm}$ angenommen. Die Kreuzungen haben meist ein Verhältniss von 1 : 9,311, welches dem Kreuzungswinkel von 6° 10′ entspricht.

Fig. 27.



Die Einrichtung der Gleise und Weichen der einzelnen Stationen ist im Allgemeinen gleich bei denjenigen, welche horizontal liegen. Diese Einrichtung erläutert der Grundriss der nachstehenden Fig. 28. (S. p 264.)

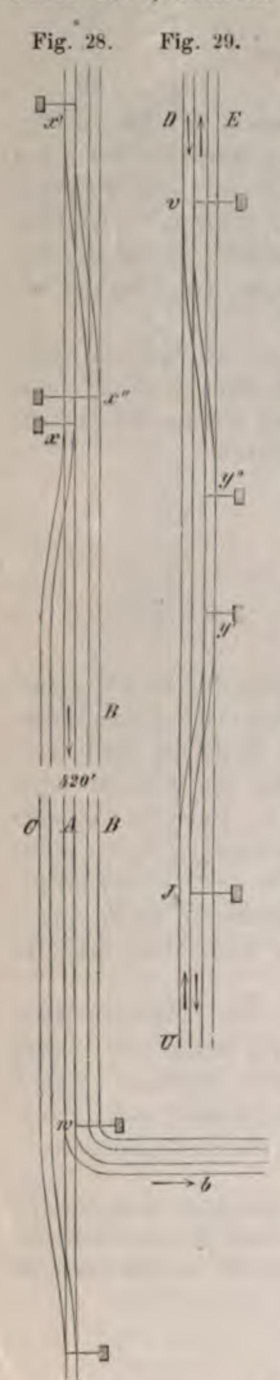
In dem mittleren Gleise *A* kommt die Locomotive mit dem beladenen Zuge an. Die Locomotive wird bei *w* abgehängt, sodass die geladenen Wagen die Waage passiren und zur Ladebühne *b* gelangen, während die Locomotive geradeaus nach *Z* fährt, in dem todten Gleise *C* zurückkehrt, die Weichen *x*, *x'*, *x''* passirt, sich in dem Gleise der leeren Wagen nach *B* vor den leeren Zug setzt und in diesem Gleise abfährt.

[57]) In neuester Zeit ist auf den fiscalischen schmalspurigen Kohlenbahnen im Saarbrücker Revier vielfach der auf Tafel VII, Fig. 10—13 dargestellte eiserne Oberbau (System Völklinger-Hütte) in Anwendung gekommen; derselbe ist auf p. 19 kurz beschrieben und berechnet sich bei Winkeleisenquerverbindung von Meter zu Meter:

4 Schienen 5^m lang	=	190,00 Kilogr.
20 Schwellen $0^m,20$ lang	=	114,08 »
10 Winkeleisen $0^m.95$ lang	=	46,22 »
48 Krampen $0^m,040$ lang	=	17,76 »
40 Krampen $0^m,020$ lang	=	7,40 »
88 Keile $0^m,10$ lang	=	17,60 »
10 Meter wiegen		393,06 Kilogr.,
demnach pro Meter:		39,31 Kilogr.

Anders ist die Einrichtung der Gleise auf einer Station, die in der geneigten Ebene 1 : 71, nach der Ladebühne fallend liegt; dieselbe ist in Fig. 29 dargestellt.

Fig. 28. Fig. 29.



Der geladene Zug kommt in dem Gleise D an. Die Locomotive wird 6—9^{m} vor der Weiche v vom Zuge abgehängt, fährt in gerader Richtung fort durch die Weiche v und J nach U und wird bei U sofort an den bereit stehenden leeren Zug angehängt. Inzwischen tritt aber der geladene Zug, von dem Gleise D kommend, durch die bei v umgestellte Weiche nach der Weiche y'' durch y' in gerader Linie fort. Hat dieser ganze Zug y' passirt, so wird der leere Zug durch J nach y' gelangen, y'' passiren und das Gleis E befahren können. Hierdurch ist ein todtliegendes Gleis zum Umsetzen der Locomotive umgangen.

Es sind an dieser Bahn zwei Locomotivschuppen vorhanden, in welche man mittelst je einer Weiche aus den Gleisen für geladene Züge gelangt; diese Schuppen haben eine solche Grösse, dass in jedem vier dienstthuende und eine in Reparatur befindliche Locomotive Platz finden.

Auf dieser Bahn waren von 1863—1866 vier kleine Tenderlocomotiven, dann mit Eröffnung des neuen Carlschachtes und der Saarkanal-Halde acht Locomotiven täglich in Thätigkeit, wozu Mitte 1869 noch die neunte Locomotive hinzugekommen ist.

Die älteren Tenderlocomotiven sind sechsrädrig und im Allgemeinen wie die gewöhnlichen normalspurigen Locomotiven construirt; sie haben Cylinder von 150^{mm} Kolbendurchmesser und 305^{mm} Hub, zwei gekuppelte Triebachsen mit 535^{mm} grossen Triebrädern, welche mit gusseisernen Scheiben und mit Puddelstahlbandagen versehen sind. Beide gekuppelte Achsen liegen vor der Feuerbüchse in zwei Rahmen, an deren Stelle gusseiserne Führungsleisten und Achsbüchsen eingeschaltet sind, in welchen die Achsschenkel 75^{mm} Durchmesser und 110^{mm} Länge besitzen.

Hinter der Feuerbüchse befindet sich die Laufradachse von 405^{mm} Raddurchmesser mit Puddelstahlbandage. Am vorderen Ende sowohl als auch am hinteren Ende ist der Rahmen mit je zwei elastischen Buffern versehen, welche auf die hölzernen Buffer der Wagen passen. Der Radstand zwischen den Triebachsen beträgt 1^{m},108.

Der Totalradstand (mit Laufachse) ist .	= 2^{m},156
Hierzu kommt nach vorn die Rahmlänge	= 0^{m},812
nach hinten dieselbe	= 0^{m},628
und die jedesmalige Bufferlänge à 202^{mm}	= 0^{m},404
sodass die ganze Länge der Maschine	4^{m},000 beträgt.

Zu beiden Seiten des Kessels sind über dem Rahmen gusseiserne Wasserbehälter angebracht, welche nach hinten durch eine schräg liegende Wand begrenzt sind und über jene hinaus nach oben und hinten offene Kohlenbehälter bilden. Zwischen den beiden Rahmen und zwischen den beiden Triebachsen ist noch ein dritter Wasserbehälter unter dem Kessel angebracht, welcher mit jedem seitlich oben stehenden durch ein Rohr communicirt.

An den Laufrädern ist eine Hebelbremse mit vier hölzernen Bremsklötzen an-ebracht.

Die Coulissensteuerung ist bequem zugänglich ausserhalb der Triebräder ange-racht. Die Schieberbahn beträgt 26^{mm} und der Hub der Excentrics 52^{mm}. Der Feuer-asten ist innerhalb 470^{mm} und ausserhalb 627^{mm} lang und breit; die innere Höhe be-ägt 745^{mm}. Der cylindrische Kessel enthält 47 Heizröhren von 39^{mm} lichter Weite ad 1^{m},80 Länge. Die directe Heizfläche beträgt 1,27□^{m}, die indirecte 11,36□^{m} isammen 12,63□^{m}. Der Kessel wird durch einen Injector gespeist, dessen Wasser-rahl 3$^{1}/_{2}$^{mm} dick ist.

Das Gewicht dieser Locomotiven beträgt in leerem Zustande 84 Ctr. und mit 'asser gefüllt 103 Ctr. Der Kohlenverbrauch stellte sich pro Kilometer auf 13,4 Pfd. i einer mit einem Zug beschwerten Locomotive und zu 3,35 Pfd. pro Kilometer bei ner leer gehenden Locomotive. Der Oelverbrauch ist pro Kilometer 0,053 Pfd.

Die in neuester Zeit beschaffte Locomotive von Krauss & Comp. in München t vierrädrig und gekuppelt. Die Cylinder haben 160^{mm} Kolbendurchmesser und 00^{mm} Hub. Der Raddurchmesser beträgt 570^{mm}, der Dampfdruck 12 Atmosphären, e Heizfläche 12,4□^{m}, die Rostfläche 0,18□^{m}, der Radstand 1^{m},10. Der Raum für rennmaterial fasst 4 Ctr. Kohlen, der Wasserbehälter für Speisewasser liegt zwischen en Rahmen und fasst 520 Liter. Das Gewicht der Locomotive im Dienst beträgt 100 Ctr.

Die Förderwagen bestehen aus einem viereckigen Kasten von ca. 1^{m},40 Länge, 05^{mm} Höhe und 628^{mm} Weite, welcher 10 Ctr. Kohlen fasst. Dieser Kasten sitzt af zwei festen Achsen, welche an ihren Enden gut abgedrehte 40^{mm} starke Zapfen it Muttern haben, auf denen sich die Naben der Räder drehen können. Der ganzen 'agenlänge nach ist auf dem Boden des Kastens die Zugstange befestigt, welche an dem ihrer Enden eine Oese besitzt, worin die Verbindungshaken Platz finden. Die chsen stehen 444^{mm} von einander. Jeder Wagen ist mit zwei Bufferhölzern an jedem iner beiden Enden versehen, welche auf die Buffer der Locomotive passen. Ein lcher Wagen wiegt 5—6 Ctr., welche Gewichtssumme sich folgendermaasen auf die nzelnen Theile vertheilt:

Gewicht der zwei Achsen von Puddelstahl	22,5 Kilogr.
- - vier gusseisernen Räder	65 -
- des sonstigen Beschlages bis 117,5 Kilogr. .	74,5 -
- - Holzkastens mit Boden bis 95 Kilogr. . .	85 -
Summa	500—600 Pfd.

Ein Wagen kostet 74 Mk.

Jeder Zug von 40 Wagen besitzt an seinem hinteren Ende einen Bremswagen, essen vier Räder gebremst werden können. Dieser Bremswagen hat nicht nur allein en Zweck, bei etwaigem Entgleisen der einzelnen Wagen den Zug zum Stillstande u bringen, sondern soll bei der Förderung von geladenen Wagen in der Falllinie ewirken, dass die grösste Zahl der einzelnen Wagen auseinander gehalten wird, da-it, durch die beschleunigte Bewegung, die Wagen nicht aufeinander stossen und ntgleisen können.

Das auf dieser Bahn jährlich mit Locomotivbetrieb beförderte Kohlenquantum eträgt über resp. bis 4 Millionen Ctr. Die Kosten pro 1000 Ctr. befördertes Quan-um auf 1 Kilom. Bahnlänge haben betragen 7$^{1}/_{2}$ bis 10 Pfg., und die Ersparnisse egen Pferdebeförderung jährlich 23,889 Mark im Jahre 1864 bis 66,324 Mark im ahre 1867.[58])

[58]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1863, p. 372 und 1868, p. 639.

3. Verbindungsbahn von der Saline Rosenheim nach den Torflagern in der Kolbermoorer und Carolinenfelder-Filze.

Diese schmalspurige Bahn von 876mm Spurweite läuft mit der Staatsbahn Rosenheim-München in einiger Entfernung so ziemlich parallel in nordwestlicher Richtung — auf eine längere Strecke sich dicht an der Strasse hinziehend, ohne den Fuhrwerksverkehr zu belästigen — durchschneidet bei Fünfstett im rechten Winkel die Staatsbahn und zieht gegen Norden in die Torffelder. Die Länge derselben beträgt 3720 Meter, also über 1/2 Meile, und die Gleise im Torfstiche selbst haben auch ca. 3/4 Meile Länge. Es kommen auf derselben Steigungen von 1:40, 1:45, 1:48, 1:60 und 1:75, sowie scharfe Curven vor. Der Oberbau besteht aus leichten breitbasigen Schienen. Diese im Jahre 1867 eröffnete Bahn wurde auf Kosten der ärarischen Saline hergestellt, das Anlagecapital beträgt 100,458 Mk. Der Betrieb wird mittelst einer kleinen Locomotive von nur sechs Pferdekräften betrieben.

Diese Bahn wurde nach den benachbarten grossen Torflagern deshalb hergestellt, um nach Beseitigung des Salzmonopols eine Ersparung am Salinenbetrieb zu erzielen, und statt des Holzes, welches die Saline Rosenheim bisher in grossen Quantitäten verbrauchte, Torf als Brennmaterial anzuwenden. Die Bahn macht den Verbrauch von Holz bei der Saline ganz entbehrlich. In Folge dessen ist die Holztrift auf der unteren Mangfall bereits eingestellt und in Folge dessen ein grosser Holzhof bei Thalham erbaut worden.

Der jährliche Transport beträgt ca. 210,000 Cubikfuss Torf.[59])

4. Die schmalspurige Montanbahn Rostoken-Marksdorf.[60])

Diese Bahn, von 0m,75 Spurweite, verbindet die 8 Kilom. (Luftlinieentfernung) von der Station Marksdorf der Kaschau-Oderberger Bahn entfernten Eisenerzlagerstätten von Rostoken, welche der Oesterreichisch-Ungarischen Hochofengesellschaft gehören, mit der Station Marksdorf, und ist für einen Transport von mindestens einer Million Zollcentner Erzen berechnet. Der Höhenunterschied der zu verbindenden Punkte beträgt 281m.

Die Bahn ist 18,7 Kilom. lang und hat auf 12 Kilom. Länge eine Steigung von 25‰ erhalten. Die kleinsten Curvenhalbmesser betragen 50m. Die Trace, das Längenprofil und verschiedene Querprofile sind auf Tafel II Fig. 1—8 abgebildet; in der citirten Quelle findet man ausserdem eine detaillirte Beschreibung der Trace. (Vergl. p. 13 dieses Capitels).

Das lichte Profil hat 3m,1 Höhe und 2m,1 Breite. Das Schotterbett ist in Höhe der Schwellenoberkante durchweg 2m breit, während die Breite des Planums wechselt, je nachdem die Bahn in Einschnitten oder Dämmen und Curven mit kleinen Halbmessern sich hinzieht (Tafel II, Fig. 3—8).

Die meisten Felspartien gestatten für die Einschnitte eine 1/6 fussige und theilweise noch steilere Böschungsanlage. Die Dammböschungen sind bei steinigem Material mit 1/1 bis 5/4 fussiger, bei erdigem Material mit 1 1/2 fussiger Böschung ausgeführt.

Die Lage erfordert eine Menge Durchlässe. Die kleineren Durchlässe, bis zu 0m,6, welche nur den Wasserabzug vermitteln, wurden mit Sandsteinplatten gedeckt. Ausserdem hatte man durch zahlreich eingelegte gusseiserne Röhren von 0m,16 Durchmesser für den Wasserabfluss gesorgt.

---

59) Nach Mittheilung des Herrn Franz v. Seckendorf-Aberdar in der Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1868, p. 547.

60) Nach einer diesbezüglichen ausführlichen Abhandlung von Paul Klunzinger in der Allgemeinen Bauzeitung«, 1875.

Die offenen Durchlässe erhielten Steinwiderlager mit Oberbauconstruction aus Kiefernholz (Tafel II, Fig. 9 und 10). Die Widerlager sind oben $2^m,5$ breit, bei Höhen über 4^m mit $^1/_{20}$ Anzug ausgeführt und zwischen den Flügeln voll ausgemauert. Die Einfassung des Schotterbettes wird durch Holzschwellen bewirkt, welche durch einzelne Querhölzer zusammengehalten werden und ohne weitere Befestigung auf die Flügel aufgelegt sind. Die lichte Weite zwischen den Geländern der offenen Durchlässe beträgt 3^m. — Das Huilecthal ist mittelst einer hölzernen Brücke übersetzt.

In den kleinsten Bogenhalbmessern (bis 50^m) ist man mit der Steigung nicht über 20 $^0/_{00}$ gegangen; an Stellen, wo die Steigung 25 $^0/_{00}$ beträgt, haben die stärksten Curven einen Halbmesser bis zu 60^m.

Die Ueberhöhung und Spurerweiterung ist auf p. 23 dieses Capitels mitgetheilt worden.

Die Bettungsmasse besteht durchwegs aus Schlägelschotter, der theilweise aus passendem Einschnittsmaterial, theilweise aus kleinen Findlingen der Berghalden hergestellt ist. Der Schotter ist mindestens $0^m,15$ stark unter den Schwellen angebracht, reicht aber blos bis zur Schwellenunterkante.

Die Schwellen bestehen aus Lärchenholz, sind $1^m,50$ lang, mindestens $0^m,10$ stark und $0^m,18$ bis $0^m,20$ breit. Auf eine Schienenlänge von 6^m kommen neun Schwellen. Die Schienen sind mit schwebendem Stoss gelegt, so, dass die Entfernung der Stossschwellen ca. $0^m,4$ und die der übrigen $0^m,7$ von Mitte zu Mitte beträgt.

Die Schienen sind aus Bessemerstahl. Die Normallängen betragen 6^m und $5^m,90$ für Curven. Die Schiene wiegt 15,95 Kilogr. pro laufenden Meter. Ihre Höhe beträgt 83^{mm}, die Kopfbreite 59^{mm} und Fussbreite 72^{mm}. Das Schienenprofil nebst Ansicht der Laschenverbindung zeigt Fig. 9 auf Tafel VI. Dieses Profil ist zweckmässig construirt; nur glauben wir, dass die nach der statischen Materialvertheilungsansicht construirte Kopfform den wirklichen Erfordernissen besser entsprechen würde, wenn sie nach Art der Fig. 5 p. 28 dieses Capitels gewalzt wäre. Die entsprechende Tragfähigkeit der neuen Schienen ist doch noch nicht Alles, was man von einem guten Schienenprofil verlangen soll.

Die Einklinkung dieser Stahlschienen ist dadurch vermieden, dass man die äussere Lasche mit einem Fuss versehen hat, in welchem sich zwei Einklinkungen für die Hakennägel befinden. Diese Lasche ist ausserdem etwas länger als die innere, so dass sie eng zwischen die beiden zunächst den Einklinkungen sitzenden Hakennägel zu liegen kommt (Tafel IX, Fig. 23 und 24). Ausserdem liegen an den Stössen Unterlagsplatten von 140^{mm} Breite und 124^{mm} Länge, welche 0,093 Kilogr. pro Stück wiegen und je mit vier Hakennägeln befestigt sind. In den Curven sind auch Zwischenplatten in Anwendung gebracht und zwar bei Halbmessern von 50—100^m sechs Stück, bei solchen bis 300^m zwei Stück pro Schiene. — Eine Aussenlasche wiegt 2,65 Kilogr., eine Innenlasche 1,90 Kilogr., ein Laschenbolzen 0,2 Kilogr.

Die Weichen sind auf p. 26 dieses Capitels beschrieben und auf Tafel IX, Fig. 1—9 abgebildet.

Bei Bogen, die weniger als 300^m Radius haben, sind Uebergangscurven von 10^m Länge in Anwendung gebracht, und zwischen Contrecurven mindestens 10^m lange Zwischengerade eingeschaltet.

Die beiden Bahnhofstationen, die vier Wasserstationen und die auf Station Marktsdorf angebrachten Hochbauten, welche in einem Wohngebäude aus Ziegelmauerwerk mit freistehendem Abort, Locomotivremise mit Wasserthurm und kleiner Werkstätte, Handmagazin und Kohlenschuppen, sowie in Rostoken aus einem Wärterhaus

als Wohngebäude, einem Kohlenschuppen nebst einer Entleerungsgrube (vergl. die Situation Fig. 3 und 4 auf Tafel XII) bestehen, und die auf p. 32 dieses Capitels theilweise beschrieben sowie auf Tafel X, Fig. 7—10 und auf Tafel XIV, Fig. 7—10 abgebildet sind, zeichnen sich durch ihre Einfachheit aus.

Nur die Stationsweichen sind mit Pfeilscheiben ausgestattet.

Electrische Telegraphen sind nicht vorhanden, indem sich jederzeit nur ein Zug auf der Strecke befinden soll.

Sämmtliche Wärter sind, wie das Zugpersonal, mit Handsignalen, Knallkapseln und Laternen mit dreierlei farbigen Gläsern versehen.

Die beiden Tenderlocomotiven, von welchen jede 15 Tonnen im Dienst wiegt, und drei gekuppelte Achsen, welche von Mitte zu Mitte $0^m,9$ Abstand haben, besitzt, wurden auf p. 51 dieses Capitels beschrieben und auf Taf. XXIII in Fig. 4 u. 5 dargestellt.

Die Erzwagen haben 2,5 Cubikm. Inhalt, 5 Tonnen Tragfähigkeit, 2,25 bis 2,5 Tonnen Eigengewicht und $1^m,3$ Radstand. Jeder Wagen ist mit Bremsen versehen. Diese Wagen sind auf p. 93 dieses Capitels beschrieben und auf Tafel XXXIX, Fig. 6—9 abgebildet. Die Bremsen haben eine eigenthümliche Construction und sollen sich bei den Probefahrten sehr gut bewährt haben; über ihre Verwendbarkeit muss jedoch eine längere Erfahrung entscheiden.

Bei diesen Fahrbetriebsmitteln ist das Einbuffersystem in Anwendung gebracht worden, und dessen Ausführung ist ebenfalls bemerkenswerth. (Siehe p. 93 dieses Capitels).

Der Bau dieser Bahn wurde im April 1873 begonnen und im September 1874 vollendet.

Die Baukosten dieser 18,7 Kilom. langen Montanbahn haben 442,100 fl. Oe. W. (ca. 737,000 Mk.) im Ganzen, oder pro Kilometer Bahnlänge ca. 39,400 Mk. betragen.

Nach der erwähnten Abhandlung setzen sich diese Baukosten folgendermaassen zusammen:

Gegenstand	Betrag einzeln	zusammen	pro Kilometer	in % der Gesammtsumme
	Gulden österreichische Währung.			
I. Vorarbeiten und Tracirung.				
Bis zu Beginn des Baues wurden für Tracirung der schmalspurigen Montanbahn verausgabt	—	5,000	270	1.13
II. Bauleitung.				
Gehalte der Ingenieure	—	18,450	990	4.19
III. Unterbau.				
a) Erd- und Felsarbeiten, zusammen 147,000 Kilom. (Gewinnung, Transport, Anschüttung bzw. Deponiren des Materials, Aufsicht, Werkzeugabnutzung, Dynamit zum Felsensprengen, Deponiren des aus Einschnitten zu Schlägelschotter tauglichen Materials etc.)	83,330	—	4,460	18.85

Gegenstand.	Betrag einzeln	zusammen	pro Kilometer	in % der Gesammtsumme
	Gulden österreichische Währung.			
b) Nebenarbeiten, als: Rodungen, Steinsätze, Sickerschlitze etc.	6,500	—	350	1.47
c) Nacharbeiten	2,900	—	150	0.65
d) Kunstbauten:				
1. Bahnobjecte	29,150	—	1,560	6.60
2. Wegeüberführungen	5,500	—	290	1.24
e) Verladeanlagen, Perron aus Stein:				
1. in Marksdorf . . . . 4,750 fl.				
2. in Rostoken . . . . 3,440 fl.				
Versicherung der Dammböschung der Abladestelle in Marksdorf. 1,240 fl.	9,430	—	510	2.13
f) Beschotterung mit Schlägelschotter .	18,330	—	980	4.14
Summa		155,140	8,300	35.08
IV. Oberbau.				
a) Schwellen aus Lärchenholz, Ankauf sammt Transport auf die Depotplätze längs der Strecke, 30,000 Stück .	26,900	—	1,450	6.08
b) Weichenschwellen aus Lärchenholz, sieben Garnituren	390	—	20	0.09
c) Schienenmaterial 12,400 ZCtr. . .	124,000	—	—	—
d) Biegen der Curvenschienen im Werk	510	—	—	—
e) Befestigungsmittel loco Werk 1350 ZCtr.	17,100	—	—	—
f) Transport der Schienen u. des Kleinmaterials vom Werk nach den Lagerplätzen längs der Strecke 13,750 ZCtr.	12,270	—	—	—
	153,880	—	8,220	34.81
g) Weichen u. Kreuzungen sieben Stück, Weichen loco Werk 2275 fl., Kreuzungen sammt Modell loco Werk 700 fl., Transport 225 fl.	3,200	—	170	0.73
h) Legen des Oberbaues sammt Werkzeugbenutzung, incl. Weichen und Kreuzungen.	8,700	—	465	1.97
i) Erhaltung des Oberbaues bis zur Betriebseröffnung (durch 6 Wochen) .	1,400	—	75	0.32
Summa	—	194,470	10,400	44.00
V. Hochbau.				
A. a) Fünf Wärterhäuser aus Blockwänden, und laufende Brunnen . .	5,750	—	—	—
b) Leitungen etc. für zwei Wasserstationen längs der Strecke . .	500	—	—	—
Summa	—	6,250	300	1.41

Gegenstand.	Betrag einzeln	zusammen	pro Kilometer	in % der Gesammtsumme
	Gulden österreichische Währung.			
B. Stationshochbauten ohne Einrichtungen:				
a) Wohngebäude, Station Marksdorf, aus Ziegelmauerwerk	2,180	—	—	—
b) Wohngebäude, Station Rostoken, Blockwände	1,070	—	—	—
c) Locomotivremise über ein Gleis für zwei Stände (Riegelwände, innen verputzt, aussen verschalt) . . .	1,470	—	—	—
d) Wasserthurm, Station Marksdorf	420	—	—	—
e) Wasser-Zu- u. Ableitung -	250	—	—	—
f) Werkstätte -	360	—	—	—
g) Handmagazin -	400	—	—	—
h) Freistehender Abort -	30	—	—	—
i) Kohlenschuppen -	180	—	—	—
k) Putzgrube für Wagen -	50	—	—	—
l) Kohlenschuppen, Station Rostoken	200	—	—	—
m) Wasserstationsvorrichtung sammt Leitung, Filtrirkasten und Brunnenhäuschen in Rostoken. . . .	180	—	—	—
n) Entleerungsgrube	110	—	—	—
Summa	—	6,900	370	1.56
C. Einrichtungen:				
a) Mobiliar der Wohngebäude und Wärterhäuser	1,400	—	—	—
b) Mobiliar der Locomotivremise und Werkstätte	840	—	—	—
c) Mobiliar der Wasserstation auf den Stationen u. in zwei Wärterhäusern	710	—	—	—
Summa	—	2,950	160	0.67
Gesammtsumma: Hochbau	—	16,100	860	3.64
VI. Bahnabschluss.				
a) Drehbarrièren an den Wegeübergängen, sechs Stück	150	—	8	—
b) Einfriedigungen längs der Strecke .	290	—	5	—
c) Neigungszeiger, Hectometer- und Curvenpflöcke	380	—	20	—
Summa	—	820	33	0.19
VII. Fahrbetriebsmittel.				
Anschaffung und Transport von zwei Tendermaschinen	30,630	—	1,640	6.90
Anschaffung u. Transport v. 20 Erzwagen	21,400	—	1,140	4.87
Summa	—	52,030	2,780	11.77
Totalsumme	—	442,100	23,650	100.00

Recapitulation

in Mark, (zu 0.6 fl. Oe. W. gerechnet):

I.	Vorarbeiten und Tracirung . . .	8,333	446	1.13
II.	Bauleitung	30,900	1,652	4.19
III.	Unterbau	258,567	13,827	35.08
IV.	Oberbau	324,117	17,332	44.00
V.	Hochbau	26,833	1,435	3.64
VI.	Bahnabschluss.	1,367	73	0.19
VII.	Fahrbetriebsmittel	86,716	4,637	11.77
	Summa	736,833	39,402	100.00

Die Transportkosten pro Centner Erz berechnen sich bei der Bahn zu 7.5 Kr. (ca. 3 Mk. pro Tonne), wenn das Quantum jährlich 1 Million Ctr. erreicht, während sie bei Benutzung von Fuhrwerken auf der Strasse etwa das Doppelte betragen haben.

5. Schmalspurbahn Rešica-Szekul.

Diese ursprünglich für Pferdebetrieb gebaute Montanbahn hat eine Spurweite von $0^m,95$, eine Oberkronenbreite von 2^m und eine Totallänge von 12,28 Kilom., mit Zweigbahn 16,59 Kilom. Die andere Schmalspurbahn von Rešica, welche nach Bogsan und Moravica geht, besitzt eine Länge von 31,3 Kilom. Jene erreicht in einer Länge von 5,8 Kilom., als ersten Halteplatz, die Ladeplätze und Köhlereien. Von hier aus geschieht die Verfrachtung von ca. 13,500 Tonnen Holzkohlen und Scheitholz. Nach weiteren 2,6 Kilom. wendet sich der Schienenstrang südöstlich, und die Anlage beginnt den Character einer Gebirgsbahn zu gewinnen. Um in dem ausserordentlich coupirten Terrain den schwierigen und theueren Unterbau möglichst zu beschränken, folgt sie mit zahlreichen Curven dem hier beginnenden äusserst romantischen Szekuler Thal, um in einer Länge von 4 Kilom,, die ca. 16,000 Tonnen liefernden Kohlengruben von Szekul zu erreichen. Obwohl dem Locomotivbetrieb dieser Bahn die continuirliche Steigung derselben (im Mittel 1 : 28, im Maximum 1 : 20) Hindernisse genug in den Weg legt, so werden diese noch bedeutend erhöht durch die zahlreichen in der Bahn liegenden Curven.

Von der ganzen Strecke werden 53 % von den Curven absorbirt und unter 87 Curven der letzterwähnten Section haben 54 einen Krümmungshalbmesser von nur $28^m,4$. Die bereits erwähnten Terrainschwierigkeiten gestatteten Zwischengerade von nur 1—2 Meter Länge.

Zur Herstellung der Bahn wurde der Unterbau einer der Gesellschaft gehörenden Strasse benutzt. Die Erdarbeiten waren unbedeutend, und nur an einzelnen scharfen Stellen sind Felssprengungen vorgenommen worden.

Die Kronenbreite des Unterbaues beträgt 3^m, die Beschotterungstiefe $0^m,25$. Die Grösse der nicht imprägnirten Eichenschwelle ist $0^m,16 \times 0^m,16 \times 0^m,60$; die Schienen sind breitbasig, aus Bessemerstahl von 80^{mm} Höhe, 72^{mm} Fussbreite und 16,98 Kilogr. Gewicht pro laufenden Meter. Neigung der Schienen 1 : 16. Die Stösse fest. Die Erweiterung in den Curven wurde nach der Formel

$$e = 1,1 \frac{n.w.d}{2R}$$

vorgenommen. Hierbei bedeutet w die Spurweite, d den Raddiameter des Fuhrwerks, R den Krümmungsradius und $^1/_n$ die Conicität der Räder. Die Ueberhöhungen ergaben sich aus:

$$h = \left(\frac{c^2}{g} - r\right) \cdot \frac{w}{R},$$

wobei c die mittlere Fahrgeschwindigkeit pro Secunde, g die Acceleration, r der Radhalbmesser und w wie R die Bedeutung von oben hat.

Die Schienen wiegen 17 Kilogr. pro laufenden Meter und sind 7^m lang. Die eichenen Querschwellen sind $1^m,6$ lang, 11 zu 11 bis 14 zu 14 Centim. stark. Sie liegen am Stoss $0^m,63$, in der Mitte $0^m,95$ von Mitte zu Mitte. Unterlagsplatten liegen auf jeder Stossschwelle und bei stärkeren Curven auch in der Mitte der äusseren Schiene.

Der Betrieb geschah anfangs mit einer einzigen Locomotive. Dieselbe war eine Tendermaschine mit zwei gekuppelten Achsen und 11,6 Tonnen Gewicht. Der Radstand betrug $1^m,42$, der Raddurchmesser $0^m,65$. Diese interessante Locomotive ist auf p. 51 beschrieben und auf Tafel XXI, Fig. 7 u. 8 abgebildet. Später liess die Gesellschaft nach dieser von der Oesterreich. Staatseisenbahngesellschaft in Wien gebauten Locomotive noch drei andere in ihren Werkstätten zu Rešica bauen.

Die Bahngesellschaft besitzt 20 Stück Kohlenwagen mit Schalengussrädern von $0^m,632$ Durchmesser. Der Radstand beträgt $1^m,42$. Tragfedern besitzen die Wagen nicht, wohl aber sind die Buffer mit Kautschukunterlagen versehen. Das Gewicht der leeren Wagen für Kohlen und Schotter beträgt 1,2 bis 1,75 Tonnen, wovon 650 Kilogr. auf Gusseisen und 580 Kilogr. auf Schmiedeeisen entfällt. Diese Wagen haben 3 bis 4,2 Tonnen Tragfähigkeit und sind $3^m,11$ lang und $1^m,9$ breit.

Die Holztransportwagen wiegen 3,75 Tonnen und besitzen 7,5 Tonnen Tragfähigkeit. Sie sind $6^m,95$ lang, $1^m,74$ breit und vierachsig.

Der Haupttransport geschieht in der Richtung des Gefälles, und zwar erfolgt der Betrieb in folgender Weise. Der leere Zug geht von Rešica ab (nach Bedarf bis zu 40 Wagen), die Steinwagen bleiben dann zuerst im Bruche, die übrigen Wagen gehen weiter. An den Zwischenstellen werden je nach Bedarf die Holzwagen abgekuppelt, und der Zug kommt mit etwa 20 Kohlenwagen bis zur Brücke: hier werden abermals 10 Wagen zurückgelassen, und in dieser Maximalsteigung geht die Locomotive nur mit dem halben Zug hinauf. Die Locomotive geht dann leer zurück, holt die 10 Wagen nach und fährt dann mit den beladenen Wagen, dieselben überall mitnehmend, zurück. In Rešica selbst, das zum Theil in Etagen angelegt, werden die Wagen mittelst Seilbahnen und einer stabilen Dampfmaschine hinaufgezogen. Das Gefälle dieser Rampen ist 25 % und die Stärke der Maschine 12 Pferde. Bis jetzt kam nirgends ein Unglücksfall vor.

Die Preisverhältnisse stellen sich wie folgt:

			Transport auf der Strasse	Transport auf der Bahn
1000 Kilogr.	Kohle	für den Kilometer	0,18 Mk.	0,14 Mk.
1000 -	Bausteine	- - -	0,25 -	0,10 -
1000 -	Bauholz	- - -	1,26 -	0,80 -

Ungemein gering sind die Anlagekosten. Dieselben betrugen nur 7087 fl. Oe. W. (ca. 13,000 Mk.) pro Kilometer für Ober- und Unterbau. Die Kosten der Fahrbetriebsmittel wurden zu 3500 Mk. angegeben.

Diese Bahn wurde von der Oesterr. Staatseisenbahngesellschaft erbaut.

Interessant sind die auf dieser Bahn vorgenommenen Versuche über die Leistungsfähigkeit der Locomotive, welche wir im Folgenden nach dem Organ (1876, 4. Heft) mittheilen:

Tabellarische Zusammenstellung über die Resultate der thatsächlichen Leistungsfähigkeit.

Nummer.	Bezeichnung der Strecke.	Thatsächlich: Weg	Zeit	Kohlen	Wasser	Länge	Anzahl der Wagen	Gewicht: Brutto-	Netto-	Geschwindigkeit in der Stunde	Dampfdruck in Kilometern für den Quadratcentimeter.	Verbrauch an Kohle für 1 Kilom.	Wasser für 1 Kilom.	In der Section Steigung: Durchschnitt	Steigung: Maximum	Gefälle: Durchschnitt	Gefälle: Maximum	In der Section: Gerade	Curven	Minimalradius	Durch 1 Kilogramm Kohle verdampftes Wasser	Kohlenverbrauch für 1 Kilometer und 1 Tag
		Kilomet.	Minut.	Kil.	Kil.	Meter.	Stck.	Kilogr.	Kilogr.	Kilom.		Kilogr.	Kilogr.					Procent.	Procent.	Meter.	Kilom.	Kilom.
1	Brücke Szekuli bis Szekuli (aufwärts) . .	3,88	27	78	468	34,3	11 leer	190,0	—	8,57	9,1	20,6	121,0	$37^0/_{00}$	$48,4^0/_{00}$	—	—	47	53	28,4	6,04	1,05
2	Rešica bis zur Szekulibrücke (aufwärts) . .	7,83	37	98	601	130,0	38 leer	565,0	—	12,69	9,1	12,5	76,8	$5^0/_{00}$	$14^0/_{00}$	—	—	43	55	38,0	6,14	0,24
3	Rešica-Sperrdamm bis zur Brücke (aufwärts)	5,85	38	132	791	65,0	20 voll	870,0	561	9,27	9,1	22,4	135,0	$5^0/_{00}$	$14^0/_{00}$	—	—	—	—	—	6,00	0,26
4	Rešica bis zum Sperrdamm (aufwärts) . .	1,98	12	26	158	133,3	39 voll	1488,0	918	9,80	9,1	13,1	79,6	$2^0/_{00}$	$7^0/_{00}$	—	—	—	—	—	6,08	1,05
5	Brücke bis zum Sperrdamm (abwärts) . . .	7,83	40	86	506	133,3	39 voll	1488,0	918	11,70	9,1	10,9	64,8	—	—	$5^0/_{00}$	$14^0/_{00}$	—	—	—	5,98	0,08

Vergleichungs-Tabelle.

Theoretische Leistungsfähigkeit.			Thatsächliche Leistungsfähigkeit.				
Steigung.	Geschwindigkeit Kilometer.	Last Kilogramm.	Steigung.	Geschwindigkeit Kilometer.	Last Kilogramm.	Verbraucht Kilogramm für 1 Kilometer Wasser.	Kohle.
1 : 20		20500	1 : 20,7	8,59	18950	121,0	26,6
1 : 40		39000	—	—	—	—	—
1 : 60		55000	1 : 69	12,69	56550	76,8	12,5
1 : 80	Sehr gering angenommen.	69000	1 : 86	9,27	87000	135,0	22,4
1 : 100		82500	—	—	—	—	—
1 : 200		132500	1 : 131	9,80	148850	79,6	13,1
1 : ∞		344000	—	—	—	—	—

Die andere Montanbahn der Oesterr. Staatseisenbahngesellschaft, die Bahn von Rešica nach Deutsch-Bogsan und der Abzweigung nach Moravica, hat ebenfalls 0^m,948 Spurweite und 34,136^m Länge. Ihre kilometrischen Baukosten werden folgendermaassen angegeben:

Vorarbeiten und Tracirung	308	fl. Oe. W.	
Expropriation	493	-	
Unterbau	5160	-	
Kunstbauten	5921	-	
Oberbau	8190	-	
Hochbau	772	-	
Telegraph, Signale etc. .	129	-	
Diversa	114	-	Betriebseinleitung
	2250	-	Nachtragsarbeiten
Administration u. Bauleitung	904	-	
Fahrbetriebsmittel	2867	-	
Total	27108	fl. Oe. W.	

Die kilometrischen Bruttoeinnahmen betrugen 2912 fl.
- - Betriebsausgaben - 1806 -
beides für das Betriebsjahr 1875.

6. Schmalspurbahn von Cessous und Trébiau.[61])

Diese Bergwerksbahn von 0^m,766 Spurweite verbindet die Kohlenwerke von Cessous und Trébiau mit der Zweigbahn von Vernarède, an der Strecke von Saint-Germain-des-Fossés nach Nîmes. Sie liegt im Departement Gard und wurde in den Jahren 1866—1868 erbaut. Die Trace verbindet zwei Thäler, welche durch mächtige Felsenrücken von einander getrennt sind. Das erste Thal (von Oguègne) ist mittelst einer Eisenbrücke auf fünf Pfeilern, von denen der höchste 51^m Höhe besitzt, übersetzt. Die Brückenbahn ist 171^m lang. Die Eisenconstruction wiegt 1200 Kilogr. und kostet sammt Aufstellung 66,000 Frcs. Die ganze Brücke ist 250^m lang und kostet 210,000 Frcs. Sie wurde erbaut, als noch die Eisenbahn mittelst Pferden betrieben wurde, und hat daher nicht genügende Festigkeit, um Locomotiven überfahren zu lassen. Die Züge müssen bei dieser Brücke, welche vom Bergwerk noch 2311^m

61) Nach den Annales des Ponts et Chaussées 1874, p. 461.

entfernt ist, anhalten. Die Eisenbahn führt sonach in Stollen, welche auf eine Länge von ca. 3200^m zu diesem Zwecke ausgebaut werden, so dass von den 5,500 Kilom. als der Totallänge der Eisenbahn, 4200^m unterirdisch sind. Die 2311^m Eisenbahn, welche zwischen der besagten Brücke und der Stolleneinfahrt liegen, haben ohne die allgemeinen Verwaltungskosten 473,139.60 Francs gekostet, oder pro Kilometer 204,734 Frcs.

Der Tunnel hat 6,87$\square^m$ Querschnitt für ein Gleis und 12,97$\square^m$ Querschnitt für Doppelgleis. Im letzteren Falle hat er 2^m,66 Höhe über Schienenoberkante und 4^m,92 Breite. Die obere Wölbung ist mit einem Halbmesser von 3^m,80 construirt, und die oberen Ecken sind mit Kreisbogen von 1^m,46 an dieselbe und an die Seitenwände angeschlossen. Die Entfernung von Mitte zu Mitte Gleis beträgt 2^m.

Dieser Tunnel ist zum grossen Theil ausgemauert. Die Kosten pro laufenden Meter sind aus folgenden Zahlen ersichtlich:

Durchstich, bei einem Fortschrittt von 3^m auf 2^m im	Kohlenschiefer	130 Frcs.
- - - - - - -	Sandstein	180 -

Erweiterung und Ausmauerung bei kleinem (eingleisigen) Querschnitt.

Erweiterung	Mineurkosten	82.50 Fr.	104.50 Frcs.
	Holz	10.00 -	
	Abdeckung, Transport	12.00 -	
Ausmauerung	Löhne	28.00 -	70.00 -
	Verführung des Materials	10.00 -	
	Sand, Kalk, Steine	30.00 -	
	Gewölbsgerüste und Verschiedenes	2.00 -	
	Dazu Mittelpreis des Durchstiches		155.00 -
	Kosten pro laufenden Meter des Tunnels		329.50 Frcs.

Erweiterung und Ausmauerung bei grossem (zweigleisigem) Querschnitt:

Erweiterung	Mineurkosten	125.00 Fr.	168.00 Frcs.
	Holz	25.00 -	
	Abdeckung, Transport	18.00 -	
Ausmauerung	Löhne	40.00 -	93.00 -
	Verführung des Materials	12.50 -	
	Sand, Kalk, Steine	37.50 -	
	Gewölbsgerüste und Verschiedenes	3.00 -	
	Dazu Mittelpreis des Durchstiches		155.00 -
	Kosten pro laufenden Meter des Tunnels		416.00 Frcs.

Die Strecke zwischen der Brücke und der Stolleneinfahrt hat eine continuirliche Steigung von 4 und 5 ‰. In der offenen Bahn giebt es Bogen bis 25^m Radius; die Tunnel sind alle gerade. Die normale Länge zwischen zwei Contrebogen ist 10^m.

Die Bahnbreite beträgt 4^m; die Kronenbreite im Niveau der Schienenoberkante ist 2^m,40; die Ballasthöhe unter Schienenoberkante 0^m,40.

Die früheren Eisenschienen wurden durch Bessemerstahlschienen von 11,839 Kilogramm pro laufenden Meter Gewicht ersetzt. Dieselben sind 68^{mm} hoch und haben eine Fussbreite von 58^{mm}, Stegdicke von 10^{mm} und Kopfbreite von 34^{mm}. Die normale Schienenlänge beträgt 5^m. Anfangs hatte man sieben Schwellen unter eine Schiene gelegt, später diese Zahl auf neun und selbst auf zehn vergrössert, so dass die Entfernung von Mitte zu Mitte Schwelle jetzt 0^m,50 bis 0^m,55 beträgt.

Für die zweiachsigen Locomotiven von 8 Tonnen Gewicht sind diese Schienen etwas schwach. Die Laschen haben $0^m,36$ Länge, 42^{mm} Höhe und 8^{mm} Dicke. Von Eisen wiegen sie 0,835 Kilogr. pro Stück. Die Bolzen haben 10^{mm} Durchmesser und wiegen 0,010 Kilogr. pro Stück. Die Hakennägel haben quadratischen Querschnitt von 10^{mm} Seite und sind 90^{mm} lang. Die eichenen Schwellen sind $1^m,50$ lang, 0,10 hoch und $0^m,12$ breit.

Die Schienen haben keine Neigung, und die Bandagen der verwendeten Wagen sind cylindrisch abgedreht.

Die Ueberhöhung, welche man zuerst bei Curven von 25^m Radius auf 3 Centim. bemessen hatte, musste auf 7 Centim. vergrössert werden.

Man hat mit der Unterhaltung der Curven viel Mühe. — Die Schienen haben keine Einklinkungen, doch soll sich eine Längenbewegung nicht nachtheilig gezeigt haben.

Der Oberbau auf freier Bahn kostet pro laufenden Meter 16.72 Frcs., wobei 1 Cubikm. Ballast mit 1.25 Fr. und das Legen mit 1.00 Fr. gerechnet ist; im Tunnel muss man 5 Fr. für die Schlichtung der Platform zuschlagen.

Die Weichen sind mit 25^m Radius construirt. Die Zungen haben $2^m,10$ Länge. Das Herzstück ist von Gusseisen und wiegt 112 Kilogramm. Die Weichen kosteten 345 Fr., excl. 4 Schienen à 5^m Länge.

Die Wagen sind nur zum Erztransport bestimmt und aus Holz gebaut. Die gusseisernen Räder drehen sich um ihre Achsen, welche fest sind, und haben $0^m,32$ Durchmesser. Der Wulst ist 20^{mm} dick, und das Spiel zwischen Schiene und Wulst beträgt auf beiden Seiten zusammen 35^{mm}. Der leere Wagen wiegt 450 Kilogr. und wird durchschnittlich mit 925 Kilogr. Erz belastet. Der Kasten ist $2^m,22$ lang, $0^m,74$ oben und $0^m,64$ unten breit, und $0^m,56$ hoch. Der Radstand beträgt $0^m,65$. Die Wagen sind mit Zweibuffersystem construirt: deren Länge zwischen den Buffern beträgt $2^m,54$. Die Wagen werden mittelst Ketten aneinandergehängt.

Die zweiachsigen Tenderlocomotiven wurden von André Köchlin & Co. in Mülhausen gebaut, dieselben wiegen 8 Tonnen im Dienst. — Bei diesen viel in Tunneln verkehrenden Locomotiven hat man eine Einrichtung getroffen, um die Tunnelatmosphäre möglichst rein zu behalten. Der Rauch kann in die Wasserbehälter der Locomotive geführt werden, und in dem Zuführungsrohr ist eine Klappe angebracht, welche das Zurücktreten des Wassers in das Rauchzuleitungsrohr verhindert.

Die Züge enthalten 60 Wagen und haben eine Länge von 167^m. Eine Reise verbraucht 60 Kilogr. Kohlen und 360 Liter Wasser.

Das Zugpersonal besteht aus einem Maschinenführer, einem Zugführer und drei oder vier Wächtern.

Im Jahre 1873, wurden 64,568 Tonnen transportirt und betrugen die Transportkosten 0.053 Fr. pro Tonnenkilometer, und zwar:

Der Fahrdienst	Löhne	3492.60 Fr	0.121 Fr. pro Tonne
	Materialverbrauch .	2310.40 -	
	Locomotiverhaltung .	2088.70 -	
Bahnerhaltung	Löhne	4223.20 -	0.081 - - -
	Materialverbrauch .	1061.10 -	
		Zusammen	0.202 Fr. pro Tonne.

Die Wagenerhaltung geht auf Rechnung des Bergwerks. —

7. Schmalspurige Bahn von Commentry nach Montluçon.[62]

Die engspurige Bahn von Commentry nach dem Canal von Berry, welche bei Montluçon anfängt, ist im Jahre 1844 mit 1^{m} Spurweite gebaut und anfänglich mit Pferden, jetzt mit Locomotiven betrieben. Sie hat zwei geneigte Ebenen, um die Kohlenwagen eine Höhe von etwa 175^{m} herablaufen zu lassen, wobei die vollen die leeren aufziehen, und windet sich dann mit geringen Steigungen am Ufer eines Wasserlaufs hin. Ebenfalls ist eine Strecke der breitspurigen gewöhnlichen Bahn von Montluçon nach Moulins zwischen Commentry und Montluçon ähnlich situirt, ohne dass der unter gewöhnlichen Verhältnissen geschehende Betrieb billiger ist, als auf der Bahn mit engen Gleisen, wogegen das Anlagecapital der breitspurigen Bahn erheblich mehr Verzinsung fordert.

Man nahm engspurige Bahn, um die sämmtlichen Einrichtungen der schiefen Ebenen leichter construiren zu können; die kleinen Wagen können in Curven bis unmittelbar an die Ladestellen der Grube gelangen. Die Pferde können separirte Wagen oder Zugtheile leicht behandeln, und Abzweigungen sind nach Bedürfniss sehr leicht anzulegen. Sie genügt für einen grösseren Verkehr als den jetzigen, welcher 400,000 Tonnen nach abwärts und 25,000 Tonnen nach aufwärts beträgt.

Die Verbindung mit dem 1^{m},436 weiten Gleise der Hauptbahn ist so hergestellt, dass eine Abzweigung der Nebenbahn von 1200^{m} Länge, nachdem sie unter der Bahn und einem Wege durchgeführt ist, parallel mit dem Bahnhofe zu Commentry geführt ist, und zwar so hoch, dass die Kohlenwagen der kleinen Bahn in die der Orleansbahn durch einfache Trichter ausladen.

Die ganze Linie ist 17,000^{m} lang, die Abzweigung 1200^{m}, dazu kommen noch einige Abzweigungen, unter anderen eine nach dem Eisenwerk zu Commentry, welche Radien von 90^{m} und $^{1}/_{100}$ Steigungen hat.

Kronenbreite in Schienenunterkante 3^{m} (was für den späteren Locomotivbetrieb etwas schmal), Schienen 18 Kilogr. pro Meter, in Stühlchen, Schwellen 80—90 Centimeter entfernt. Steigung der Bahn 4,5 $^{0}/_{00}$ in der Richtung des Verkehrs; nur ein Gefälle von 12 $^{0}/_{00}$ kommt vor.

Zahlreiche Kunstbauten, zwei Ueberschreitungen des Wasserlaufs mit erheblichen Brücken; auf der einen am Fusse des einen Bremsberges liegen vier Gleise mit Ausweichen etc., anfänglich Holzoberbau, später von Eisen.

Locomotiven 15,000 Kilogr. leer, 19,680 Kilogr. dienstfähig (6800 Kilogr. Vorderachse, je 6440 die beiden anderen. Nach Einführung der Locomotiven blieben die Schienen; die Schwellen wurden etwas näher gelegt; die Kohlenwagen haben gusseiserne Räder, kosten 500 Frcs., andere auch 700—800 Frcs., mit Bremse. Platformwagen nur 250 Frcs. Keine Federn an den Wagen.

Die Bahn hat etwa 110,000 Frcs. pro Kilometer gekostet.

Im Cantal hat man Kohlenbahnen von 1^{m} Spur studirt, welche man im Thal der Dordogne anzulegen gedachte, um an die Hauptbahn, die zur Orleansbahn gehört, zu gelangen. 110 Kilom. Länge oben am Hange, dann mit schiefer Ebene 250^{m} fallend und darauf dem stark gewundenen Ufer der Dordogne folgend, mit Gefällen nicht steiler als $^{1}/_{100}$. Im Querprofil schwieriges Terrain, hohes eingeschnittenes Ufer, welches steile Hänge von fast beständig 500^{m} Höhe hat. Mehrere Flussübergänge, Tunnel sorgfältig vermieden, weil nur von zwei Seiten angreifbar in sehr hartem Felsen.

---

[62]) Nach von Kaven aus den Mémoires et compte rendu des travaux de la société des ing. civils. 1868, p. 276, von Flachat.

Die Regierung hat eine Linie zu demselben Zwecke mit $1^{m},436$ Spur bearbeiten lassen, worin aber Curven unter 300^{m} nicht vorkommen durften. Man muss daher sehr viele Bergnasen durchfahren, um welche die engspurige Bahn herumgeht. Die schmalspurige Bahn konnte unter Benutzung einiger vorhandener Wege sich mit 3^{m} Terrain begnügen, während eine für die breitspurige erforderliche Terrainbreite von $4^{m},25$ enorme Kosten verursacht hätte.

Eine Zusammenstellung ergiebt die Gesammtkosten dieser Linie zu 400,000 Fr. pro Kilometer, während jene der engspurigen 110,000 Frcs. pro Kilometer betragen.

In diesem Falle scheint, in Anbetracht des vorhandenen Verkehrs, dem sie genügt, die engspurige Bahn im Vortheil.

8. Schmalspurige Bahn von Mondalazac nach Salles-le-Source.

Diese ist eine Industriebahn und wurde erbaut 1864 von der Eisenbahngesellschaft zu Orleans im Anschluss an ihre Normalbahn, nach langen vergleichenden Untersuchungen der Kosten der verschiedenen Systeme durch competente Richter, welche schliesslich sich für die Spurweite von $1^{m},10$ entschieden. Die stärkste Steigung beträgt 12 Millimeter, die engste Curve hat 60 Meter Halbmesser. Man hat sich eng dem Terrain angeschlossen und beträgt der Grunderwerb 1 Hektar 10 Ar pro Kilometer. Die Erdarbeiten kosten 10000 Mark pro Kilometer. Die Kiesbettung beträgt 0,945 Cubikmeter pro laufenden Meter, gleich der Hälfte der Bettung einer normalspurigen Bahn. Einfriedigungen fehlen, wodurch der Vortheil erzielt wird, dass bei Durchschneidung eines Gutes Erschwernisse in der Bewirthschaftung nicht entstehen, weil der Landwirth beim Beakern des Bodens ungehindert die Bahn passiren kann. Obwohl Barrièren ebenfalls fehlen, auch Wärter nicht angestellt sind, so ist niemals ein Unglücksfall zu registriren gewesen. Die Vignolesschienen wiegen 16 Kilogr. pro laufenden Meter; die Schwellen sind $1^{m},60$ lang, 15 Centim. breit, 12 Centim. hoch, in Entfernungen von 75 Centim. Die Kosten des Oberbaues betragen nur 10,700 Mark pro Kilometer. Im Ganzen kostet die Bahn 29,000 Mark pro Kilom., obgleich sogar ein Einschnitt vorhanden ist, welcher bei 350 Meter Länge 11 Meter Tiefe hat. Die Güterwagen kosten 1040 Mark; sie wiegen 1550 Kilogr. und können mit 4000 Kilogr. beladen werden.

Zu Anfang wurde der Betrieb auf dieser Bahn durch Pferde geleistet. Die Eisenbahngesellschaft zu Orleans entschloss sich im Jahre 1864 zur Anschaffung von besonderen Locomotiven mit gekuppelten Achsen von 12 Tonnen Gewicht incl. Wasser und Brennmaterial; sie kosten 18,000 Mark. In Folge der Einführung von Locomotiven konnte der Tarif auf zwei Pfennige pro Tonne und Kilometer heruntergesetzt werden. Man hat hier ein klares Beispiel, von welchem grossen Einfluss die Schienenstrasse mit Anwendung von Dampfkraft auf den Preis des Gütertransports ist. Während die Kilometertonne auf Chausséen 20 Pfennige kostet, kostet sie auf der Pferdeeisenbahn fünf Pfennige, auf der Locomotivbahn aber nur zwei Pfennige.

9. Schmalspurige Bahn der Zuckerfabrik von Tavaux nach Pontséricourt.

Diese 1866 erbaute, vierzehn Kilometer lange Bahn ist nur während einer Zeit von drei bis vier Monaten pro Jahr im Betriebe. Sie wurde auf dem Bankett des Communalweges erbaut, durchschneidet zwei Dörfer der Länge nach, führt an den Hausthüren vorüber und dennoch hat sich während eines sechsmonatlichen Be-

triebes, nicht der geringste Anstand ergeben. Weder hat die Nachbarschaft der Maschinen die Pferde erschreckt, noch hat der Verkehr der zahlreichen Züge, der sich zuweilen auf vierzig im Tage belief, die Circulation irgendwie gehemmt oder die Einwohner belästigt. Die Steigungen betrugen durchschnittlich 15 bis 25 Millimeter, die grösste Steigung sogar 75 Millimeter bei 300 Meter Länge, die zweitgrösste 58 Millimeter bei 300 Meter Länge; die drittgrösste 31 Millimeter bei 400 Meter Länge; und die engste Curve hat 30 Meter Radius. Man begreift, dass die Bahn sich vollständig dem Terrain anschliesst und den Communalwegen folgt, welche dreimal einen rechten Winkel bilden. Das Planum hat eine Breite von $2^m,10$; die Spurweite beträgt 1 Meter. Die Vignolesschienen wiegen 13 Kilogr. pro laufenden Meter, die Schwellen sind $1^m,50$ lang, $0^m,16$ breit und $0^m,08$ dick. Auf eine Schiene von sechs Meter Länge kommen sieben Schwellen. Die Kiesbettung ist nur $0^m,20$ dick. Die Tendermaschinen haben vier gekuppelte Räder und wiegen mit voller Ladung 7500 Kilogr., leer 5700 Kilogr. Die leeren Wagen wiegen 2100 Kilogr., ihre Maximalbelastung beträgt 6000 Kilogr. Diese Wagen sind auf Tafel XXXV in Fig. 12 abgebildet und auf p. 88 beschrieben. Der Betrieb ist bei den grossen Steigungen von Interesse. Die ganze Strecke ist in drei Theile getheilt; jeder Theil hat seine besondere Locomotive, so dass drei Locomotiven den Dienst versehen. Die erste Locomotive befördert gewöhnlich einen Güterwagen, manchmal zwei auf der grössten Steigung; die zweite zieht vier bis sechs Wagen, die dritte sechs bis acht Wagen, entsprechend den erwähnten Steigungen von 75, 58 und 31 Millimeter. Die Gesammtkosten der Bahn betragen:

Grunderwerb	695	Frcs.
Erdarbeiten	2240	-
Bauwerke.	885	-
Schwellen	1485	-
Bettung.	2000	-
Oberbau	5771	-
Locomotiven und Fahrzeuge.	7485	-
Generalunkosten	513	-
Summa	21074	Frcs.

pro Kilometer.

10. Schmalspurbahn von Mocta-el-Hâdid.

Diese algierische Montanbahn, von 1^m Spurweite und $33,600^m$ Länge, mündet in den Hafen von Bône (Provinz Constantine), wo sich auch die Werkstätte, Remisen und Magazine befinden. Die Trace hatte keine Schwierigkeiten geboten. Die Kronenbreite beträgt 4^m; die Bahnbreite mit Inbegriff der beiden Seitengruben beträgt 7^m. An jeder Seite des Querprofils bleibt neben der Beschotterung noch ein Banket von $0^m,7$. Die Breite des Bahnterrains beträgt $14^m,20$; man muss aber im Frühjahr die dürren Pflanzen auf eine Breite von 40^m wegräumen, um der Feuergefährlichkeit zu begegnen.

Die Gleislänge beträgt $40,299^m$, demnach um 6699^m mehr als die Bahnlänge.

Die stärksten Curven haben 250^m Radius, und die Gefälle und Steigungen sind sehr gering. Die stärkste Steigung ist $8,5\,‰$ auf eine Länge von 300^m.

Die alten Eisenschienen von 20 Kilogr. pro laufenden Meter Gewicht wurden später durch Stahlschienen von 20,3 Kilogr. pro laufenden Meter Gewicht ersetzt. Dieselben sind 90^{mm} hoch und haben 48^{mm} Kopfbreite, 12^{mm} Stegbreite und 75^{mm} Fuss-

breite. Die Normalschienenlänge beträgt 6m; ausserdem hat man Curvenschienen von 5m,95 Länge. Das Kleinmaterial ist auf p. 28 dieses Capitels beschrieben. Bei der Ergastiriabahn wurde nämlich dasselbe Schienenprofil und Kleinmaterial verwendet. Die Schwellen liegen 0m,75 von Mitte zu Mitte. Sie sind 1m,80 lang und 0m,12 hoch. Die Stossschwellen sind 0m,20 und die Mittelschwellen 0m,18 breit. Die meisten Schwellen sind eichene. Das Anbrennen hat sich nicht bewährt, und man hatte das Flössen in Meerwasser als Conservirungsmittel versucht. Mit Kupfervitriol imprägnirte Kieferschwellen, welche versuchsweise seit 1863 auf der Strecke gelegen sind, sollen sich gut gehalten haben. Die Herstellungskosten des Oberbaues waren 17,72 Frcs. pro laufenden Meter, wobei die Beschotterung und das Legen zu 1,70 Frcs. gerechnet ist.

Drehscheiben kommen nicht vor, und die Locomotiven werden nie gedreht.

An den Stationen sind Einfahrtssignale der einfachsten Art angebracht. Nur Hauptstrassen sind mit Barrièren versehen, welche in horizontal drehbaren Holzbalken bestehen. Die Bahn ist zum Theil mit lebenden Hecken umzäunt.

Zum Speisen dienen zwei runde Blechreservoire, welche auf hölzernen Gerüsten ruhen. Eines davon befindet sich in der Nähe der Werkstätte in Bône und wird von der Werkstättenmaschine gespeist; das andere in Mocta ist mit Handpumpen versehen.

Die Gebäude sind aus Holz. Die Locomotivremise, für acht Stände in zwei Gleisen, ist 13m breit und 31m lang. In jedem Gleis ist eine Entleerungsgrube angebracht. Es befindet sich ausserdem ein Wasserreservoir, eine Pumpe und eine Kesselwaschvorrichtung darin. Das ganze hat 16,578 Frcs. gekostet. An diese Remise schliessen sich die Werkstätten an, welche ziemlich alles enthalten was bei uns in grossen Eisenbahnwerkstätten vorkommt. Die Kosten dieser Werkstätten betragen 160,594 Frcs. In diesen Werkstätten werden zu gleicher Zeit die Bergwerksmaschinen und Material reparirt.

Hölzerne Wärterhäuschen von 24□m Grundfläche sind zu je 3 Kilom. von einander aufgestellt und kosten pro Stück ca. 600 Frcs.

Die von Gouin gebauten Locomotiven, welche 21 Tonnen im Dienst wiegen und drei gekuppelte Achsen besitzen, wurden auf p. 59 dieses Capitels beschrieben.

Die Wagen sind den auf p. 89 dieses Capitels beschriebenen Wagen der Ergastiriabahn ähnlich.

Die Bahn hat 6 Locomotiven 220 Erzwagen. Die Arbeiter und das Personal (andere Reisende dürfen nicht aufgenommen werden) werden in einem Wagen III. Cl., in einem Gepäckwagen oder in offenen Güterwagen transportirt.

Es verkehren sieben Züge in jeder Richtung pro Tag, was einer Nutzlast von 1400 Tonnen in einer Richtung und pro Tag entspricht.

11. Die Schmalspurbahn von Ergastiria.

Diese in Griechenland in der Nähe des Cap Sanium gelegene Montanbahn hat 1m Spurweite und ist 9,2 Kilom. lang, und wurde behufs Erztransport von der Bergwerksgesellschaft in Ergastiria gebaut, nachdem der tägliche Verbrauch an Erzen das Quantum von 750 Tonnen in einer Richtung betrug. Die Trace ist durch die Orts- und Erzlagerverhältnisse bestimmt und ergiebt starke Steigungen bis 35 ‰ auf einer Strecke von 3847m. Die Summe der geraden Strecken beträgt 4 Kilom., während sonst Curven bis zu 50m Radius, die meisten aber von 70m und 80m Radius (zusammen

in einer Länge von 3,2 Kilom.) vorhanden sind. Die Bahn führt ausserdem durch einen Tunnel von $267^m,5$ Länge.

Die Kronenbreite beträgt 3^m; im Einschnitt beträgt die Bahnbreite mit den beiden Seitengräben $4^m,6$. In den meisten Stellen konnte man sich aber, wegen des starken Bahngefälles, schon mit einem Graben, welcher an der Bergseite gelegen ist, begnügen; dadurch ist die Bahnbreite auf $3^m,8$ reducirt.

Die Schiene wiegt 20,3 Kilogr. pro laufenden Meter, ist aus Bessemerstahl und besitzt genau das Profil der bei der Mocta-el-Hâdidbahn (p. 279) angewendeten Schienen. Die Normallänge beträgt $5^m,5$, wobei 10 % des Quantums in Längen von 6^m und $4^m,5$ bestellt wurde. Die Laschen sind aus Stahl, haben eine Länge von $0^m,338$ und wiegen 3 Kilogr. pro Stück. Die Bolzen haben 15^{mm} Durchmesser und wiegen sammt Mutter und Unterlagsplatte 0,225 Kilogr. pro Stück. Die Stellung der Löcher ist auf 4^{mm} Spiel berechnet. Die Hakennägel sind 148^{mm} lang, haben einen quadratischen Querschnitt von 12^{mm} Breite und wiegen 0,195 Kilogr. pro Stück. Jede Schiene ist durch vier Kerben von 10^{mm} Tiefe vor Längenverschiebung geschützt. Der Oberbau ist mit festem Stoss gelegt. Die Stossplatten haben 185^{mm} Breite, 200^{mm} Länge und sind mit vier Löchern versehen. Die Mittelplatten sind 185^{mm} breit und 150^{mm} lang und haben nur zwei Löcher für die Hakennägel. Die Plattenstärke beträgt in beiden Fällen nur 6^{mm} und hat sich als zu schwach erwiesen. Eine Stossplatte wiegt 1,26 Kilogr. und eine Mittelplatte 0,97 Kilogr. Die Schwellen sind eichene und haben $1^m,60$ Länge. Die Stossschwellen sind $0^m,18$ breit und $0^m,21$ hoch; die Mittelschwellen sind $0^m,12$ hoch und breit. Die zunächst dem Stosse liegende Schwelle ist von der Stossschwelle $0^m,60$ und die nächst folgende von der ersteren $0^m,71$, die übrigen aber, bei einer $5^m,50$ langen Schiene, $0^m,72$ von Mitte zu Mitte entfernt, so dass auf diese Schienenlänge acht Schwellen kommen. Die Schienenneigung beträgt 1 : 12.

Die Ueberhöhung beträgt $\left(\frac{2}{3}\frac{V}{R}\right)$, wenn mit V die Fahrgeschwindigkeit und mit R der Halbmesser bezeichnet wird, wobei V zu 20^m angenommen wurde. Die Bogen sind mittelst cubischer Parabeln übergeführt, wobei die Länge der Ueberführungscurven das 200fache der Ueberhöhung betragen. Zwischen zwei Contrecurven von 60^m Radius ist eine Gerade von wenigstens 25^m Länge eingeschoben.

Die Weichen sind mit einem Halbmesser von 60^m und mit einem Kreuzungswinkel von $10^0\,26'$ construirt; die Länge der Weichenzungen beträgt $3^m,6$. Die an die Zungen anliegenden Fahrschienen haben $4^m,50$ Länge und liegen auf 9 Schwellen, welche $1^m,90$ lang, $0^m,22$ breit und $0^m,12$ hoch sind; die gusseisernen Gleitstühle wiegen 10,25 Kilogr. pro Stück. Letztere sind an den Schwellen mittelst Schraubennägel von 19^{mm} Durchmesser und 100^{mm} Länge befestigt. Eine solche Weiche hat loco Werkstätte (Bességes) 312 Frcs. gekostet.

Die Wagendrehscheiben, deren es drei giebt, haben $2^m,25$ Durchmesser und $1^m,97$ Schienenlänge; wenn ein Wagen auf der Drehscheibe steht, so bleibt auf beiden Enden zusammen eine freie Länge von $0^m,256$. Diese Drehscheiben sind aus Gusseisen mit angegossenen Schienen und ruhen auf 10 Rollen. Sie wiegen pro Stück 2,5 Tonnen und haben franco Marseille pro Stück 1069 Frcs. gekostet.

Man hatte es vorgezogen, die Locomotive umzudrehen, weil sie, wegen des Spiels der Vorderachse, nicht so gut durch Curven von 60^m Radius rückwärts fahren konnte. Die für diesen Zweck construirte eiserne Drehscheibe ist auf p. 28 dieses Capitels beschrieben.

Die Bahn hat 479,521.64 Frcs. oder 52,122 Frcs. pro Kilometer Bahnlänge gekostet. Diese Kosten vertheilen sich wie folgt:

Gegenstand.	Kosten in Francs einzeln.	im Ganzen.	pro Kilom. Bahn.
I. Erdarbeiten. (ca. 25,000 Kilom. zu 3.795 Fr.)			
1) Löhne	82,424.56	—	8,959.20
2) Pulver und Zünder	6,653.97	—	723.26
3) Transportmaterial und Werkzeug	5,807.80	—	631.30
Summa	—	94,886.33	10,313.76
II. Tunnel. (267^m,50 zu 281.46 der laufende Meter.)			
1) Durchstich und Nebenarbeiten, Schächte, Buden etc.	65,757.76	—	—
2) Ausbau incl. Portale	5,490.00	—	—
3) Material (Wagen, Ventilateure, Schmieden, Stahl etc.	4,042.90	—	—
Summa	—	74,290.66	8,183.80
III. Kunstbauten.			
1) Stützmauern und Eisenbrücken (im Werke)	21,646.70	—	2,532.90
2) Wasserleitungen, gemauerte Brücken, Mauern, ein Quai und Putzgrube	16,371.81	—	1,779.54
Summa	—	38,018.51	4,132.44
IV. Beschotterung. (ca. 7,000 Kilom. zu 3.09 Fr.)			
1) Löhne	20,584.80	—	2,237.48
2) Material	1,080.00	—	117.40
Summa	—	21,664.80	2,354.88
V. Oberbau.			
1) 411,200 Tonnen Schienen à 258.91 Fr. incl. Transport	106,463.97	—	11,572.15
2) 7,500 Laschen à 1.95 Kilogr. = 14.625 Tonnen à 294.04 Fr. incl. Transport	4,300.33	—	467.43
3) 15,000 Bolzen à 0.225 Kilogr. = 3.375 Tonnen à 647.10 Fr. incl. Transport	2,183.96	—	237.39
4) 7,500 Stossplatten à 1.115 Kilogr. = 8.362 Tonnen à 324.04 Fr. incl. Transport	2,709.62	—	294.52
5) 66,954 Hakennägel à 0.195 Kilogr = 13.061 Tonnen à 609.04 Fr. incl. Transport	7,954.67	—	864.64
6) 16,738 Schwellen à 2.932 Fr.	49,075.80	—	5,334.32
7) Legen des Oberbaues	15,420.92	—	1,676.19
Summa	—	188,109.10	20,446.64
VI. Niveauübergänge, Wächterhäuser, Einfriedigungen.			
1) Wächterhaus und Bude	831.37	—	—
2) 5 Barrièren bei Wegeübergängen	817.51	—	—
3) 2000 Meter Gitterzaun incl. Transport	1,560.00	—	—
Summa	—	3,209.38	348.85

Gegenstand.	Kosten in Francs einzeln.	im Ganzen.	pro Kilom. Bahn.
VII. Bahnausrüstung.			
1) 14 Weichen mit Kreuzungen à 621.17 Fr. incl. Transport	8,696.38	—	—
2) Reservoir und Wasserleitung	3,240.13	—	—
3) Waage {Ankaufspreis incl. Transp. 1105.45 Fr. Einmauerung und Legen 1026.90 -	2,132,35	—	—
4) 3 Wagendrehscheiben à 1128 Fr. incl. Transport	3,384.00	—	—
5) 1 Locomotivdrehscheibe incl. Transport	1,900.00	—	—
Summa	—	19,352.86	2,103.57
VIII. Allgemeine Ausgaben.			
Büreaukosten und Auslagen für die Verwaltung während des Baues	—	38,990.00	4,238.04
Totalkosten des Baues	—	479,521.64	52,121.98

Die Länge der Bahngleise beträgt 10,100m d. h. um 900m mehr als die Länge der Bahn.

Der Oberbau incl. Ballast kostete 24,984.88 Fr. pro Kilometer Bahnlänge.

Wäre die Bahn in Mitteleuropa gelegen, so würden sich diese Gesammtkosten um ca. 20% vermindert haben.

Die Wagen, welche 6 Tonnen Erz fassen und 2,6 bis 2,7 Tonnen wiegen und ca. 2000 Frcs. pro Stück gekostet haben, sind alle mit Bremsen versehen. Der Wagenkasten hat 1m,7 Breite und 3m,6 Länge. Die Räder haben 0m,60 Durchmesser und bestehen aus Schmiedeeisen mit Gussnaben. Der Radstand beträgt 1m,125; die äussere Wagenlänge ist 4m,55. (Vergl. p. 87 und Tafel XXXIV, Fig. 13—16).

Die Locomotiven, welche 23 Tonnen wiegen, sind Tendermaschinen aus der Fabrik von Köchlin & Co. in Mülhausen. Sie ziehen 14 leere und 7 beladene Wagen auf der Rampe von 35‰, und zwar mit einer Geschwindigkeit von 10 Kilometer pro Stunde.

Die Erzzufuhr mittelst dieser Bahn berechnet sich zu 0.14 Frcs. = ca. 11 Pfg. pro Tonnenkilometer. Die Bahn wurde im Anfang dieses Decenniums von französischen Ingenieuren erbaut und findet sich in den Annales des Ponts et Chaussées 1874 beschrieben.

Literatur.

a. Ueber Secundärbahnen im Allgemeinen.

Welche Ansichten bestehen über Anlage und Einrichtung von secundären Bahnen, welche früher oder später in Gegenden zur Ausführung kommen, wo nur ein geringer Verkehr zu gewärtigen ist und wo dieselben nach den zu wählenden Richtungen als Theile grösserer Verkehrsrouten ausgeschlossen sind? Organ, Suppl. I, p. 90.

Baumeister, R., Ueber secundäre Eisenbahnen. (Separatabdruck aus der Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ingen. Aug. 1869.)

Baumeister, R., Dampfbahnen und Strassen etc. 8. Cap. in »Stadterweiterungen in technischer, baupolizeilicher und wirthschaftlicher Beziehung« Berlin 1876.

Beer, Ch. et L. Syroczynski, Chemins de fer d'intérêt local. Rapport de la commission de l'association des ingenieurs sortis de l'école de Liège. 8, 39 pages. Liège 1872.

Biglia, Fel., Le Ferrovie economiche d'Europa. 1867 Mailand.

v. **Bock**, Freih., Die Stellung der Provinzialverbände zu einem neu anzulegenden Vicinalbahnvertrag. 1877. Preis 1 Mk. 50 Pf.

Böhm, G., Vorschläge zur Ermöglichung von Localbahnen. Centralblatt für Eisenbahnen und Dampfschifffahrt. Wien 1874, Nr. 26, 28, 31 und 34.

Claudius, Ueber Anlage secundärer Bahnen. Zeitung des Vereins Deutsch. Eisenbahnverwaltg. 1864, No. 42.

Denkschrift für die Einführung der secundären Eisenbahnen, entworfen von der technischen Commission des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. Fol.

Discussionen über secundäre Bahnen in der Société des ingén. civil. Mém. et compte rendu des trav. de la soc. etc. 1868, p. 257.

Flachat, Eug., Ueber die Anlage secundärer Eisenbahnen. Mém. et compte rendu des trav. de la soc. des ingén. civ. 1861, p. 85.

Gesetz vom 12. Juli 1865 über die Eisenbahnen von localem Interesse in Frankreich. Annales des mines 1865, F. III, p. 389 und 443.

Gesetzliche Bestimmungen und Erleichterungen für den Bau und Betrieb von Localbahnen. § 9 in »Ueber Eisenbahnen von localem Interesse, insbesondere Vicinal- und Staatsbahnen.« Von A. **Schübler**. Stuttgart 1872. Verlag von Paul Neff.

Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen mit schmaler und normaler Spurweite. Fol. (Erster Entwurf.) Als Manuscript gedruckt. Dresden 1868.

Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen. Organ 1869, p. 169 u. 173.

Beschlüsse der Generalversammlung des Vereins Deutsch. Eisenbahnverwaltungen in Betreff der **Grundzüge** für die Gestaltung der secundären Bahnen. Organ 1869, p. 218.

Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen. Im Auftrage der geschäftsführenden Direction bearbeitet von der technischen Commission des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. Darmstadt 1869. Fol.

Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen. Nach Maassgabe der »Technischen Vereinbarungen etc. vom J. 1871« umgearbeitet durch die technische Commission des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. Mit 3 Blatt Zeichnungen. Hannover 1872.

Grundzüge für die Gestaltung der secundären Eisenbahnen. Nach den Beschlüssen der VII. Versammlung der Techniker des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen zu Constanz (am 26. — 28 Juni 1876) redigirt von der technischen Commission. Herausgegeben von der geschäftsführenden Direction. Mit 2 Blatt Zeichn. Hannover 1876.

Grundzüge für eine billigere Herstellung der Eisenbahnen behufs Belebung des Eisenbahnbaues in Oesterreich. Zeitschr. des österr. Ingen.-Vereins 1868, p. 5, 31 u. 46.

Guigue de Champvaus, Des chemins de fer départementaux. Réponse à M. **de la Guerronière**, préfet de Saone et Loire. In-8. 48 p. et cartes.

Hartwich, Project eines neuen Eisenbahnsystems für Gütertransport. Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ingen. IX, p. 569. Deutsche Industriezeitg. 1868, Nr. 2, p. 9.

Hartwich. Ueber Nebenbahnen (Mscpt.) 1869, in Materialien zu der Frage über die Anlage von secundären Eisenbahnen.

Hartwich, Bemerkungen über Transportmittel und Wege, sowie über Gestaltung und Verwaltung des Eisenbahnwesens nach Maassgabe der Verhältnisse und Bedürfnisse. Lex.-8. Berlin 1875.

Herstellung billiger Eisenbahnen. Organ 1866, p. 139. Génie industr. 1865, p. 184.

Jones, Dav., Branch railway compagnies. 1865.

Jones, D., An illustration of the benefits derivable from the making of second-class branch railways. London 1865 und Mechan. Magaz. 1865, p. 128.

v. **Kaven**, Einige Literatur über secundäre und tertiäre Eisenbahnen und dahin Gehöriges.

v. **Kaven**, Ueber die Anlage sogenannter secundärer Eisenbahnen. (Manuscript) 1869, in Materialien etc.

Lernet, A., Die Vicinalbahnen, technisch und wirthschaftlich beleuchtet. Wien 1876.

Level, Em., Les chemins de fer d'interêt local et la loi du 12. Juillet 1865. Revue contemporaine. Fevr. 15. 1866.

Ueber **Localeisenbahnen**. Organ 1871, p. 250. Organ 1870, p. 93.

Mariotte, M., Applications économiques des chemins de fer departementeaux. Génie industr. Tome 30. Octb., p. 184. Organ 1866, p. 139.

Mathieu, H., Note sur les chemins de fer d'interêt local. Mémoires et compte rendu de la soc. des ingén. civ. XX. 1868, p. 156.

Michel, M. L. T., Etudes sur le trafic probable des chemins de fer d'interêt local. Annales des ponts et chauss. 1868, p. 185.

Nördling, W., Note sur les chemins de fer d'interêt local. Mémoires et compte rendu de la soc. des ingén. civ. XX. 1868, p. 165.

Oppermann, C. A., Traité complet des chemins de fer économiques. Paris 1873.

Perrot, Ueber die sogenannten secundären Eisenbahnen. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltung 1865, p. 526.

Plessner, Ferd., Noch ein Wort zur Anregung des Baues der Localbahnen und Einrichtung eines billigen Eisenbahnbetriebes. Berlin 1875, 8.

Plessner, Ferd., Die Herstellung von Local- und Secundärbahnen durch Zusammenwirken von Gemeinden und Staat. Berlin 1877. Preis 0,80 Mk.

Plessner, Ferd., Die Herstellung billiger Local- und Nebenbahnen in Norddeutschland 1870. Berlin. 8.

Poirot, Nouvelle appréciation sur la question des chemins de fer vicinaux des Vosges. In-16. 32 pl.

Richard, L., Note sur la construction et exploitation des chemins de fer d'interêt local. Mémoires et compte rendu des trav. de la soc. des ingén. civ. 1868, XX, p. 128.

v. **Ritgen**, H. Dr., Neues System für Secundärbahnen von normaler Spur. Berlin 1876.

Rowan, W. R., Zur Frage über Bau, Anlage, sowie Betriebsmittel von Secundär- resp. Strassenbahnen, insbesondere über die Benutzung mechanischer Bewegungskraft auf denselben. Aus dem Dänischen übersetzt. Berlin 1877. 2 Mk.

Ruelle, M., Chemins de fer à bon marché et d'interêt local. 1866.

Ruelle, Ueber secundäre Bahnen. Oppermann nouvelles annales de la construct. 1868 Sept. p. 75.

Samuelson, A., Secundäre Eisenbahnen. Hamburg 1876.

Sandberg, C. F., On Engineering in Sweden. 1875.

Schübler, A., Eisenb.-Insp., Ueber Eisenbahnen von localem Interesse, insbesondere Vicinal- und Industriebahnen. Stuttgart 1872.

Schwabe, H., Ueber Anlage secundärer Eisenbahnen in Preussen. Berlin 1865. Lex.-8. 55 Seiten.

Schwabe, H., Ueber das englische Eisenbahnwesen. Reisestudien, VII. Abschnitt: Secundäre Eisenbahnen. Berlin 1871.

Verschiedene **Secundärbahnen**. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins. Band 18, p. 277 u. 278.

Ueber **secundäre Bahnen**. Kunst- und Gewerbeblatt für Bayern. 1865, p. 702.

Ueber **secundäre Bahnen**. (Besprechung des Werks von Schwabe.) Zeitg. des Vereins Deutsch. Eisenbahnverwaltung. 1865, Nr. 28.

Ueber **Secundärbahnen** nach dem Breslauer Handelsblatt in Zeitg. des Vereins Deutsch. Eisenbahnverwaltung. 1867, p, 29.

Thomé de Gamond, Mémoire sur le projet du chemin de fer de Seine et Oise, Type de chemins de fer à bon marché, destiné à relier les trois réseaux du Nord, de l'Ouest et d'Orleans par Versailles. Gr. in 4. avec pl. 6 Frcs.

Sorge, C. Th., Die Secundärbahnen in ihrer Bedeutung und Anwendung für das Königr. Sachsen. 2. Aufl. 4. 19 Seiten. Dresden 1874.

Sorge, Ueber Secundärbahnen Vortrag im Sächs. Ingen.- und Archit.-Verein. Protocolle der 87. Hauptversammlung.

Splingard, Chemins de fer sécondaires, Réseau du Brabant proposé le 15. Fev. 1864. Bruxelles.

v **Szathmári**, K., Verhandlungen und Commissionsberichte über billige Eisenbahnen. Aus der staatswirthschaftlichen Abtheilung des Ungar. Landes-Agriculturvereins. Mit 4 Eisenbahnkarten von Ungarn. 4. 99 Seiten. Pesth 2 Mk.

Vojáček, L., Notizen über den Betrieb der Schmalspurbahnen und Localbahnen. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1873, p. 389.

v. **Weber**, M. M,, Oekonomie der Producteneisenbahnen. Deutsche Gewerbezeitung von Wiek. 1853, p. 310.

v. **Weber**, M. M., Neue Pfade der Volkswirthschaft. Die Secundäreisenbahnen mit normaler Spurweite und langsamer Fahrbewegung. Denkschrift. 8. 34 Seiten. Weimar 1874.

v. **Weber**, M. M., Die Praxis des Baues und Betriebes der Secundärbahnen mit normaler und schmaler Spur, welche Personen- und Güterverkehr führen. Kritische Erörterungen auf ausgeführten Bahnen gesammelter Thatsachen. 4. Aufl. Weimar 1873.

b. Spurweitenfrage für Secundärbahnen.

Fairlie, R. F., Spurweiten der Eisenbahnen, Vortrag von der Britisch-Association im Aug. 1871.

v. **Nördling**, W., Stimmen über schmalspurige Eisenbahnen. Lex.-8. Wien 1871.

Secundäre Bahnen, zweckmässigstes Spurmaass. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins. 1871, p. 295—298.

Die **Spurweitenfrage**. Railways News. London 1. Juli 1871.

Thornton, W. J., The relative advantages of the 5′ 6″ gauge and the mètre gauge for the railways in the Punjab. 1873.

v. Weber, M. M., Normalspur und Schmalspur. Wien, Pest und Leipzig 1876.

c. Beschreibung von einzelnen normalspurigen Secundärbahnen.

Anlagekosten der normalspurigen secundären Bahnen im Elsass. Organ 1870, p. 255. Oppermann, nouv. Annales de la constr. 1869, p. 12.

de Blonay, H., Note sur le système des chemins de fer du Bas-Rhin. Mém. et compte rendu des trav. de la soc. des ingén. civ. 1861. p. 289.

Böhm, H. und H. v. Schwind, Denkschrift über die Bozen-Meraner Vicinaleisenbahn. Mit einer Karte. gr. 4. 16 Seiten. Wien 1875.

Chemins de fer vicinaux projetés en 1858 et livrés à exploitation en 1864 dans le departement du Bas-Rhin. Receuil des documents officiels, concernant les projects, la création des ressources, les conditions techniques et financières, le mode d'exécution, la dépense et la concession. Gr. in 8. XXI. 664 p. et 1 pl.

Concessionsacte für die secundäre Bahn von Givors nach Vernonnet. Annales des ponts et chauss. 1868 Janv. et Févr.

Construction der neueren französischen Eisenbahnen. (Antworten der Gesellschaften auf die Fragen der Enquête-Commission von 1863.) Organ 1866, p. 183.

Construction und Betrieb der in Frankreich noch zu projectirenden Eisenbahnen. Auszüge aus der Enquête zur l'exploitation des chemins de fer etc. Organ 1866, p. 80.

Cottrau, Alfr., Sulle ferrovie comunali e provinciali da construirsi in Italia.

Billige Eisenbahnen in Grossbrittanien. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltung. 1863, p. 65.

Die Eisenbahn von Enghien nach Montmorency. Organ 1867, p. 39. Organ 1873, p. 83. Annales du Génie civil 1866, p. 531—543. Schweizer. Bundesblatt vom 26/10 1872.

Französische Landesgürtelbahnen. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltung. 1866, p. 201.

Die Grastnigger Kohlenbahn. Zeitung des Oesterrr. Ingen.-Vereins. 1849, p, 117.

St. Helens railway in Lancashire. The Artizan. Decbr. 1. 1863, p. 284.

Die Hüggelbahn für Eisenerztransporte bei Osnabrück. Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltung. 1866, p. 67.

Lorenz, Notizen betreffend die Gebirgszweigbahn der Albertsbahn in Sachsen. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. 1860, p. 241.

Marx, Varroy et Jundt, Notices sur les chemins de fer d'Alsace, dits vicinaux ou départementaux, leur prix de revient, les resources appliquées à leur construction, leur mise en exploitation etc. In 8. 75. cent.

Molinos und Pronnier, Note sur les chemins de fer de la sucrerie de Tavaux-Pontséricourt. Mémoires et compte rendu de la sociét. des ingén. civ. XX. 1868, p. 146.

Morandière, Jul., Chemins de fer secondaires. (Note sur la construction et exploitation de divers.) Mémoires et compte rendu des trav. de la soc. des ingén. civ. 1876, p. 150.

Schwedische Eisenbahnen. Organ 1873, p. 221.

Secundäre Bahnen in Canada. Organ 1870, p. 134.

Die secundären Bahnen Frankreichs. Annales des ponts et chauss. 1872, p. 320. Zeitschrift des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins. 1873, p. 81.

Die projectirten secundären Eisenbahnen der Prov. Bari in Süd-Italien. Organ 1871, p. 213. Giorn. dell' Ing. Arch. Civ. ed. Industr. anno XIX.

Kosten der secundären Eisenbahneu in Schleswig-Holstein. Organ 1870, p. 220. Zeitschr. des Vereins Deutsch. Ingen. 1870, p. 407.

Secundäre Eisenbahnen im südl. Australien. Organ 1870, p. 221.

Die secundäre Scheldethalbahn. Organ 1872, p. 252. Bericht der Direction der Cöln-Mindener Eisenb.-Gesellsch. über den Bau und Betrieb. 1871, p. 43.

d. Schmalspurige Eisenbahnen im Allgemeinen.

Adelskiold, Narrow gauge railways in Sweden. Engineer 1866, p. 565—6. Auszug im Organ 1869, p. 81.

Major Adelskiold, Ueber engspurige Eisenbahnen (3′ 6″ Spur) in Schweden. Organ 1867, p. 175. Engineer XXII. 1866, p. 506.

Andrews, Ueber schmalspurige Eisenbahnnen in Indien. Engineering 1872. Juli, p. 61. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins. 1873, p. 238.

Bedingungen für den Bau und Betrieb solcher Linien, welche nach Maassgabe des Verkehrs, den sie vermitteln werden, mit den bestehenden nicht direct zusammen zu hängen brauchen, und bei welchen ein Umladen zulässig erscheint, Organ 1866, p. 84.

Vergleich der Baukosten der Schwedischen normal- und schmalspurigen Eisenbahnen. Engineering 1873, v. 21. Febr. und Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1876, p. 104.

Buch, Ueber schmalspurige Eisenbahnen für Pferde- und Locomotivbetrieb. Zeitschr. des Ver. Deutscher Ingen. 1863, p. 476. Dingler's polyt. Journal 152. Bd. p. 403.

Les Constructions et le Matériel des Chemins de fer de l'Etat de Suéde. Stockholm 1870.

Cotton, A., Public works in India, their importance, with suggestions for their extension and improvements. Second edition. London 1854. (Richardson.)

Die enge Spur in Russland. Organ 1872, p. 177.; Engineering Novbr. 1871.

Engspurige Bahnen in engl. Indien und Chile. Minutes of proceed of the instr. of Edd. Engin. XXVI. sess. 1866/67. Auszug im Organ 1869, p. 88.

Exner, Dr. W. F., Das moderne Transportwesen im Dienste der Land- und Forstwirthschaft. Für Agricultur- und Forstingenieure, Eisenbahnbauer und Industrielle. Mit 1 Atlas. Weimar 1877.

Frauberger, Ueber schmalspurige Eisenbahnen in Norwegen. Neue freie Presse v. 8. März 1872.

Framstilling of Anlaegsam kostninger of Udrustning ved de Norske Jerubaver 1870.

Fairlie, Secundäre Eisenbahn. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen-Ver. 1871, p. 246.

Fairlie, R. F., Die richtige Praxis der Schmalspurbahnen. Nach dem englischen Werke »The battle of the gauges renewed«. Deutsch von A. Brunner. Mit 4 lithogr. Tafeln und 1 Holzschnitt. Zürich 1873.

Gottschalk, Engspurige Eisenbahnen in Norwegen. Mémoire et compte rendu des ingén. civ. XX. 1868, p. 297. Minutes of proceed of the instit. of civ. Engineers. XXVI. Auszug im Organ 1869, p. 80.

Heusinger v. Waldegg, Ueber die Anlage von Secundärbahnen auf unseren Landstrassen und einfache Vorrichtungen zum schnellen Ueberladen der Güter bei Wagen verschiedener Spurweite. Organ 1875, p. 183.

Indische Bahnen von 991mm Spurweite. Zeitsch. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. Bd. 18, p. 99.

Krauss, Ueber die Anlage von secundären Bahnen (in dem Verzeichniss der Locomotiven der Locomotivfabrik von Krauss & Co. in München.) 1876.

Literatur über secundäre Eisenbahnen. Organ 1865, p. 275.

Loisel, Fel., Annuaire, special des chemins de fer Belges. 1867.

Narrow gauge railways in Norway. Engineer. 1871 v. 25. März.

The Russian Commission on narrow gauge railways. Engineer. 18. Febr. 1870.

v. Nördling, W., Stimmen über schmalspurige Eisenbahnen. Lex.-8. Wien 1871.

Observations on Colonel Cotton's proposed system of cheap. railroads for India. 1854. Artizan 1854, p. 246, 268 und 1855, p. 6.

De offentlige Jernbaner. Tillaeg. Til. Drifts. beretaing for Norsk Hoved-Jernbane. in Aaret 1874. Christiania 1875.

Regnard, Note sur chemins de fer à petite voie en Belgique. Mémoire compte rendu de la soc. des ingén. civ. XX. p. 206—17.

Report of the Secretary of State for India in Council on railways in India. Blue book for 1870 and 1871. Inland Danvers.

Sasse, E., Ueber schnelles Beladen und Entladen von Güterwagen mittelst rollbarer Kasten (Coupés) von Güterperrons aus. Organ 1875, p. 220 nach Dingler's polyt. Journ. 216. Bd. p. 20.

Schmalspurbahnen in Nordamerika. Engineering 1872, Dec. p. 393. Zeitschrift des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins. 1873, p. 407.

Verschiedene schmalspurige Bahnen. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins. Bd. 18, p. 414.

Schmalspurige Eisenbahnen. Zeitschr. des Oesterr. Ingen.- und Archit.-Ver. 1872, p. 314. 361.

Schmalspurige Bahnen. Organ 1873, p. 40. Engineerieg 1872 (3/4, 3/5, 21/6.)

Schmalspurige Eisenbahnen. Zeitschr. des Oesterr. Ingen.- und Archit.-Vereins. 1873, p. 129. 151. 205. 295.

Schmalspurige Eisenbahnen in Amerika. Engineerieg 31. Octb. 1883, p. 373. Organ 1875, p. 43.

Schmalspurige Eisenbahnen in der Schweiz. Engineering v. 30. Octb. 1874. Organ 1875, p. 177.

Schmalspurige Industriebahn. Organ 1870, p. 255. Der Berggeist 1870, Nr. 39.

Sharpe und Burn, Vorschlag engspurige Eisenbahnen in England anzulegen. Mém. et compte rendu des trav. de la soc. des ingén. civ. 1861, p. 390.

Spooner, F. U., Narrow gauge railways. 1870.

Discussionen über das Umladen von engspurigen auf breitspurige Bahnen und Kosten desselben in verschiedenen Fällen. Mémoires et compte rendu des trav. de la soc. des ingén. civ. 1868, p. 258.

e. Beschreibung von einzelnen schmalspurigen Secundärbahnen.

Die Ausführung der schmalspurigen Eisenbahn Lambach-Breitenschützing. Organ 1872, p. 169. Zeitschr. des Oesterr. Ing.- und Archit.-Vereins. 1871, p. 343.

Die erste Bahn in Japan von $1^{m},067$ Spur. Scientific-American 1873, p. 80. Zeitschr. des Han. Archit.- und Ingen.-Vereins 1873, p. 252.

Buresch, E., Die schmalspurige Eisenbahn von Ocholt nach Westerstede, (Grossh. Oldenburg.) Hannover 1877. gr. 8.

Clauss, Oberingenieur, Ueber Anlage von Secundären und Pferdeeisenbahnen im Herzogthum Braunschweig (Vortrag). Braunschweig 1877.

Cansas-Centralbahn (von $0^{m},905$ Spur.) Nach Scientific-American 1873, p. 86 in Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins 1873, p. 556.

Constructions-Verhältnisse der schmalspurigen Norwegischen Eisenbahnen. Organ 1873, p. 123. Zeitschr. des Vereins Deutsch. Eisenbahnverw. 1873. p. 143.

Constructions- und Betriebsweise der Festiniogeisenbahn Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins 1871, p. 246.

The Festiniog railway. Engineering 1. Octb. 1869.

Die Festiniog-Dinasbahn mit 2′ Spurweite für Personenverkehr. The Engineer. 28. Apr. 1865. Organ 1865, p. 270.

Fitzgibbon's Bericht über die engspurigen Bahnen in Queensland. The Engineer. 1865, p. 246 und 1866, p. 449. Organ 1869, p. 82. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1865, p. 501.

Flachat, E., Beschreibung der engspurigen Bahn Comentry-Montluçon. Mém. et compte rendu de la soc. des ingén. civ. 1868, p. 278. Auszug im Organ 1869, p. 79.

Glaser, F. C. und Jules Morandière, Note sur le chemin de fer à voie $0^{m},80$ dit du Broelthal près Cologne. (Extrait des Annales de Gènie civil. Mois Avril 1869.) 8. 11 Seiten.

Klunzinger, Paul, Die schmalspurige Montanbahn von Rostoken nach Marksdorf in Ungarn. 8. 37 Seiten. (Separatabdr. aus der allgem. Bauzeitung 1875).

Madeira- und Marmoré-Eisenbahn (von 1^{m} Spur.) Engineering 1872 Mai, p. 300. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins 1873, p. 83.

Normalien für die Herstellung der secundären und tertiären Bahnen in Ungarn. Königl. Ungarisches Bautenministerium.

Norwegische Eisenbahnen. Zeitschr. des Oesterr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1873, p. 76.

Beschreibung einiger secundären Bahnen mit enger Spur in Frankreich, Norwegen, Schweden, Queensland, Britisch-Indien und Chilé und des Betriebsmaterials derselben; von Baurath v. Kaven. Organ 1869, p. 79.

Spooner, C. E., The Festiniog railway. Engineer. 20. Decbr. 1871.

Rottmayer, Ueber die Ausführung der schmalspurigen Eisenbahn Lambach-Breitenschützing. Zeitschr. des Oesterr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1871, p. 343.

Thirion et Bertera, Description du chemin de fer de Mondalazac et Observations sur le projet de loi sur les chemins de fer departementaux. Gr. in 4. avec 10 pl. 5 Frcs.

Typer of Constructioner ved de Norske Smalsporede Jernbaner. Sporviddе 3, 5 fot. engl. 1870.

Tyler, H. W., Die schmalspurigste Locomotivbahn mit Personentransport, die Festiniog-Dinasbahn bei Port Madoc. The Engineer. 1865, April 28. The Artizan 1865, p. 131. Organ f. Eisenbahnw. 1864, p. 224. Zeitg. des Ver. Deutsch. Eisenbahnverw. 1865, p. 263.

v. Wüllersdorf, B., Ueber Schmalbahnen, speciell über eine Eisenbahn von Triest nach Pola. Wien 1872.

Die Zweigbahnen im oberschlesischen Berg- und Hüttenrevier. Eisenbahnzeitg. 1859, p. 162.

f. Oberbau verschiedener Secundärbahnen.

Normalschienenprofile für secundäre Bahnen. Engineering 1871 v. 17. Novbr. p. 328 u. 330. Organ 1873, p. 31.

Oberbau der Murgthaleisenbahn von Rastatt nach Gernsbach. Organ f. Eisenbahnw. 1869, p. 150.

Der Oberbau der projectirten secundären Bahn von Neumünster über Heide nach Tönning; der Oberbau der secundären Eisenbahn von Winden nach Bergzabern. Organ 1871, p. 151. Zeitschr. des Vereins Deutsch. Eisenbahnverw. 1870, Nr. 5.

Oberbau von billigen Eisenbahnen in Indien. Organ 1861, p. 224.

Der Oberbau von der Zweigbahn Freiburg-Breisach. Organ 1872, p. 30.

Der Oberbau der schmalspurigen oberschlesischen Zweigbahnen. Organ 1867, p. 120. Jahresbericht der Verw. der Oberschles. Eisenbahn. 1865, p. 99.

Der Oberbau der norwegischen Eisenbahnen. Organ 1868, p. 203. Engineer. 5. Juli 1867, p. 4.

Billiger Oberbau einer schmalspurigen Secundärbahn. Organ 1875, p. 88.

Oberbau der schmalspurigen Eisenbahn für Locomotivbetrieb bei der Königl. Steinkohlengrube »Gerhard-Prinz-Wilhelm«. Organ 1864, p. 114. Zeitschr. des Vereins Deutsch. Ingen. 1863, p. 362.

Rapports du conseil d'Administration du chemin de fer d'Anvers à Gand de 1860—1871

Die Schemnitzer Montanbahn von 1m Spur. Zeitschr. des Oesterr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1873, p. 145.

Schmalspurbahnen, Züricher Eisenbahn 1874, p. 36, 59, 76, 88, 116, 125, 147. Eine wohlfeile Bahn, Züricher Eisenbahn 1874, p. 50, 161, 193.

Schmalspurige Bahn von Mondalazac Nouvelles annales de la constr. 1872, p. 49. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins 1873, p. 85.

Die schmalspurigen Bahnen Nordamerika's. Zeitg. des Ver. Deutsch. Eisenbahnv. 1874, p. 225.

Schmalspurige Eisenbahn in Norwegen. Zeitschrift des Oesterr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1867. p. 125.

Die schmalspurige Festiniogbahn. Organ 1870, p. 40.

Die schmalspurige Locomotiveisenbahn im Broelthal. Eisenbahn-Vereinszeitung 1865, Nr. 21. Zeitschr. des Vereins Deutsch. Ingen. 1867, p. 472. Organ 1864, p. 223 u. 1865, p. 271.

Schmalspurige Pferdebahn der Broelthaler Eisenbahnges. Organ 1864, p. 223. Zeitschr. des Vereins Deutsch. Ingen. 1863, p. 472.

Die schmalspurigste Locomotivbahn mit Personentransport. Organ 1865, p. 270.

Vojáček, Eiserne Querschwellen. System Legrand für leichte Bahnen. Organ 1871, p. 17.

g. Betriebsmittel für Normalspur-Secundärbahnen.

Hartwich, Bemerkungen über Transportmittel und Wege, sowie über Gestaltung und Verwaltung des Eisenbahnwesens, nach Maassgabe der Verhältnisse und Bedürfnisse. Berlin 1875.

Heusinger v. Waldegg's neue Tenderlocomotive. Organ f. Eisenbahnw. 1851, p. 121.

Krauss' einfache kleine Tenderlocomotive der Bülach-Regensburger Bahn. Organ 1866, p. 239, auch 1865, p. 87.

Locomotiven für secundäre Eisenbahnen. Zeitschrift des Oesterr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1870, p. 141.

Beste Locomotive für Secundärbahnen mit geringer Geschwindigkeit. Organ f. Eisenbahnwesen 1872, p. 299.

Locomotivfabrik von Krauss & Co. in München (Bericht über die verschiedenen für Secundärbahnen gebauten Locomotiven.) München 1876. Druck von C. Mühlthaler.

Mannhart, F. X., Transportable Locomotive für Eisenbahn- und Stabildienst von C. Sigl. Organ für Eisenbahnw. 1869, p. 113.

Ramsbottom's Zwerglocomotive. Organ 1867, p. 106 und 225.

v. Ritgen, Dr. H., Neues System für Secundärbahuen von normaler Spur. Lex.-8. 75 Seiten. Berlin 1876.

Samuel's Expressmaschine. Mit Abbild. Organ f. Eisenbahnwesen 1849, p. 109.

Vierrädrige Tendermaschine für die Bülacher Bahn. Organ 1865, p. 87. Organ 1866, p. 239. Schweiz. polyt. Zeitschr. 1866, p. 9.

Tenderlocomotive für Eisenwerke auf der Wiener Weltausstellung. Organ f. Eisenbahnwesen 1874, p. 30.

Das moderne Transportwesen im Dienste der Land- und Forstwirthschaft. Von Dr. W. F. Exner. Mit einem Atlas von 15 Foliotafeln. Weimar 1877. Bernhard Friedrich Voigt.

h. Ueber Locomotiven für schmalspurige Secundärbahnen.

Bemerkungen über kleine Locomotiven bei engspurigen Bahnen. Mém. et compte rendu des trav. de la soc. des ingén. civ. 1868, p. 273.

Patentirte Bergwerks-Tenderlocomotive von Fletscher, Jennings & Co. Mit Abbild. Organ f. Eisenbahnw. 1865, p. 222. Pract. Mechan. Journ. XVII, 1864/65, p. 152.

Colliery locomotives. Menchan. Magazin IX, 1863, p 321.

Davison's Tendermaschine für Zweigbahnen. Pract. Mechan. Journ. XII, 1859/69, p. 151.

Heusinger v. Waldegg, sechsrädrige Tenderlocomotive »Commentry« für eine Kohlenbahn von 1m Spurweite. Von Boigner, Rampoing & Co. in Paris. Organ f. Eisenbahnwesen 1867, p. 240.

Heusinger v. Waldegg, Vierrädrige gekuppelte Maschine »Creuzot« für die 2′ 7″ spurige Kohlenbahn nach den Bergwerken von Blanzy, gebaut von Schneider & Co. in Creuzot. Organ f. Eisenbahnw. 1867, p. 236.

Light locomotives. Mechan. Magaz. IX, 1863, p. 403.

Kleine Locomotive auf der Londoner Ausstellung von 1862. Civil Engineer. und Archit. Journal 1864, p. 19.

Die Locomotiven der Queenslandeisenbahn. Organ 1868, p. 166. Engineer. 7. Decbr. 1866.

Locomotive für den Veltheimer Stollen. Zeichnungen in der »Hütte« 1863, p. 3 a. b. c.

Locomotive Mineral Tank Engine. by the Lillishall & Co. Pract. Mechan. Journal XV. 1862/63, p. 173.

Locomotive pour les mines et les usines, par M. Neilson. Technologiste 1867, p. 384.

Locomotive pour travaux de force dans les usines et l'industrie minière. Technologiste 1863, p. 156.

Locomotive von Mr. Smith zu Coven bei Wolverhampton. The Engineer. 27. Febr. 1863.

Ueber die von der Locomotvfabrik Krauss & Co. in München für secundäre Eisenbahnen erbauten Locomotiven. Organ 1871, p. 21.

Narrow gauge Locomotives. Mechan. Magaz. 1863, p. 866.

Maschinen für enge Spur auf der Pariser Ausstellung von 1867. Mém. et compte rendu des trav. de la soc. des ingén. civ. 1868, p. 257.

Mineral locomotives. Mechan. Magaz. X, 1863, p. 753.

Rżiha, Die Förderkosten der schmalspurigen Locomotivbahn am Salter. Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preuss. Staate. XIII, 2.

Kleine schmalspurige Locomotiven. Organ 1865, p. 170. Zeitschr. des Vereins Deutsch. Ingen. 1865, p. 26.

Kleine schmalspurige Locomotiven. Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ingen. 1865, p. 26, und Organ 1865. p. 170.

Schmalspur-Locomotiven der oberschlesischen Zweigbahnen. Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ingen. 1865, p. 26.

Kleine schmalspurige Locomotive im Betriebe der Köln-Mindener Bahn. Organ 1867, p 257. Bericht der Direction der Köln-Mindener Eisenbahn 1866, p. 34 und 40.

Schönemann, Kohlenförderung mittelst kleiner Locomotiven bei der Königl. Steinkohlengrube Gerhard-Prinz-Wilhelm. Zeit. des Vereins Deutsch. Ingen 1867, p. 371.

Ergebnisse des Betriebes mit kleinen Tenderlocomotiven auf Grube Gerhard-Prinz-Wilhelm. Organ 1869, p. 123. Zeitschr. des Vereins Deutsch. Ingen. 1868, p. 639.

Sechsrädrige Tenderlocomotive Commentry. Organ 1867, p. 240; kleine vierrädrige Tenderlocomotive mit Blindachse. Organ 1867, p. 241.

Tenderlocomotive der Broelthalbahn. Organ f. Eisenbahnw. 1865, p. 271.

Kleine Tenderlocomotive der Grube Gerhard-Prinz-Wilhelm. Betriebsergebnisse derselben. Organ f. Eisenbahnw. 1864, p. 122 und 1869, p. 123. Zeitschr. des Ver. Deutsch. Ingen. 1863, p. 371.

Schmalspurige Tenderlocomotiven der Compagnie de Fives-Lille. Organ f. Eisenbahnwesen 1873, p. 444.

Tenderlocomotiven der Maschinenbaugesellschaft Carlsruhe auf der Wiener Weltausstellung. Organ f. Eisenbahnw. 1874, p. 35.

Tenderlocomotive des schmalspurigen Tallyllynbahn. Organ f. Eisenbahnw. 1871, p. 162.

Tenderlocomotive für die Bahnen der Kgl. Docks zu Chatham von Manning, Wardle & Co. zu Leeds. Engineer. 1873, p. 491 und Organ f. Eisenbahnw. 1874, p. 177.

Tenderlocomotive für die Festiniogbahn. Organ 1871, p. 37. Engineer. April 1870.

Tenderlocomotive für die Prinz-Eduard-Inselbahn. Organ f Eisenbahnw. 1873, p. 118 nach Engineer. Novbr. 1872.

Kleine Tenderlocomotiven mit Förderwagen für schmalspurige Kohlenbahnen. Mit Abbild. Organ f. Eisenbahnw. 1864, p. 122.

Kleine Tendermaschine »little England« von England & Co. Pract. Mechan. Journal. V. 1852/53, p. 156.

i. Ueber Fairlie's Locomotivsystem.

Bayer, J., Normal- und Zuschmalspur und die Fairlielocomotive. Wien 1873.

Demarteau, Amad., Gedankenlese über die Wichtigkeit des Fairlie'schen Locomotivsystems und der schmalspurigen Schienenstrassen für Oesterreich-Ungarn. Wien 1871. 8. 44 Seit.

Das Fairlie'sche Patentsystem und sein Einfluss auf den billigeren Betrieb von Eisenbahnen. insonderheit Vicinalbahnen. Von H. Simon. Manchester. Verlag des Technischen Büreaus von H. Simon.

Fairlie's Eisenbahnsystem. Mechan. Magaz. London 1871, 8. Juli.

Fairlie, R. F., Die richtige Praxis der Schmalspurbahnen. Nach dem englischen Werke »the Battle of the gauges renewed« und mit einem Anhange vermehrt in's Deutsche übertragen von A. Brunner. Zürich 1873. gr 8. 118 Seiten.

Fairlie, R. F., Locomotive engines. What they are and what they ought to be. kl. 8. 36 Seiten. London, 1864.

Fairlie, R. F., Railways and their management. Engineer. 20. März 1868, p. 259.

Fairlie, R. F., Voiture à vapeur pour des embranchements et des chemins de fer americains. Engineer. 26. Febr. 1869.

Fairlie und Samuel, Voiture articulée à vapeur pour l'exploitation des embranchements et le service de trains express à charge limitée des grandes lignes.

Petzholdt, Alph., Die Fairlielocomotive auf normaler Spur. (Separatabdruck aus dem Encyclop). Berlin. kl. 8. 20 Seiten.

Simon, Heinr., Das Fairlie-Patentsystem und sein Einfluss auf den billigeren Betrieb der Eisenbahnen, insonderheit Vicinalbahnen.

Sullivan, D. P., Kurz gefasstes Exposé über das Fairliesystem. 1871.

k. Wagen der schmalspurigen Secundärbahnen.

Die Betriebsmittel und Betriebseinrichtung der schmalspurigen Broelthalbahn. Organ 1875, p. 271.

Eisenbahnfahrzeuge auf enger Spur. Organ 1873, p. 116. Engineer. August 1872.

Engspurige Eisenbahnen und deren Fahrzeuge. Organ 1871, p. 155. Engineering Septbr. und October 1870.

Kosten der Fahrzeuge auf der 3' 6" Spurweite in Norwegen. Organ 1870, p. 213. Engineering 1870, p. 109.

Ganz eiserne Kohlenwagen für die schmalspurigen Eisenbahnen im oberschlesischen Kohlen- und Hüttenrevier (Spurweite 3' 6"). Organ 1868, p. 146.

Die neuesten eisernen offenen Güterwagen der oberschlesischen schmalspurigen Zweigbahnen. Organ 1869, p. 6.

Die Güterwagen der schmalspurigen Broelthalbahn. Organ 1869, p. 159. Annales du Génie civil. April 1869.

Vierrädriger bedeckter Güterwagen für die schmalspurige Ebensee-Ischler Bahn. Organ 1873, p. 134 (2c.)

Leippert, H., Güterwagen der oberschlesischen schmalspurigen Zweigbahn. Organ 1869, p. 6.

Literatur über Wagen für schmalspurige Bahnen. Von Baurath v. Kaven. Organ 1873, p. 135, 136.

Locomotiven und Wagen für secundäre Eisenbahnen Organ 1870, p. 217.

Narrow gauge freight Car. Howard Schuyler. Engineering 22. Decbr 1871.

Narrow gauge rolling stock. Engineering 29. Decbr. 1872.

Norwegische Locomotiven und Tendergüterwagen. Organ 1871, p. 158. Engineer. Novbr. 1870.

Short traffic railways. Engineering 1868, p. 310.

Kleine Tenderlocomotiven und Förderwagen für schmalspurige Kohlenbahnen. Organ 1864, p. 122. Zeitschr. des Vereins Deutscher Ingen. 1863, p. 375.

Viehwagen für engste Spur. Organ 1871, p. 159.

Wagen der Festiniogeisenbahn. Organ 1865, p. 270.

Wagen der neuen Normalspur (1m) in Ostindien. Engineer. Aug. 1872. Organ 1873, p. 34.

Die Wagen der schmalspurigen norwegischen Eisenbahnen. Organ 1868, p. 251. Engineer. vom 5. Juli 1867.

Wagen der schmalspurigen Dunesin- und Port-Chalmersbahn. Organ 1872, p. 175.

Wagen der secundären Bahnen in Canada. Organ 1870, p. 135.

l. System mit losen und acticulirten Achsen, Adams, Arnoux, Jouffroy, Loubat, Bazaine etc.

Adams' Locomotive mit Frictionsrädern. Mechan. Magaz. 1864, p. 408.

Adams' Locomotive mit verbesserten Achsbüchsen. The Engineer. v. 25. Decbr. 1863.

Adams' wheels, tyres and axles. Engineer. 1864, p. 35. Mechan. Magaz. 1864, p. 130 u. 138.

Adams' Eisenbahnwagen für 100 Personen. Civ. Eng. and Arch.-Journ. 1847, p. 368 und Polyt. Centralblatt 1850, p. 1235.

Arnoux, C., De la necessité d'apporter des économies dans la construction des chemins de fer et des moyens de les obtenir. Paris 1860.

Arnoux's Eisenbahnsystem. Génie industr. XX, Comptes rendus 1851, Nr 9.

Bineau, Ueber verschiedene Mittel, um Eisenbahnwagen mit scharfen Krümmungen zu befahren. Annales des ponts et chauss. 1841, II. p. 197 und Polyt. Centralblatt 1842, I. p. 12.

Chatelier, Ueber Laignel's Eisenbahnsystem. Bulletin de la soc. d'encouvag. 1845, p. 331 und Dingler's polyt. Journ. 38. Bd., p. 343.

Clark und Wilking's Vorrichtung zum Radialstellen der Achsen in Curven. Organ 1871, p. 206.

Corbin's Eisenbahnsystem. Zeitschrift des Hannoverschen Architecten- und Ingenieur-Vereins. Bd. 18, p. 586.

Cross, J., On the structure of locomotive engines for ascending steep inclines, especially when in conjunction with sharp curves on railways.

Cross, J., Ueber Locomotiven für starke Steigungen uud scharfe Curven (System Adams). The Artizan Mai 1864, p. 111. Organ 1864, p. 208. The Engineer. 1864, p. 255.

Einfluss des Losemachens eines Rades bei den Wagen der Broelthalbahn. Zeitschr. des Vereins Deutsch. Ingen. 1866, p. 230.

Eisenbahnwagenachse von G. French in Bandon bei Cork. Pract. Mechan. Journal 1853, p. 197. Polyt. Centralblatt 1854, p. 13.

Eisenbahnwagen mit radialer Achsenstellung. Organ 1870, p. 214. Engineer. März 1870.

Evrard, Description d'un essieux creux à graissage coutinu appliqué à un chariot de mine. Annales des mines 1862 II, p. 321. Polyt. Centralblatt 1863, p. 437.

de Jouffroy, Ach., Nouveau système économique des voies ferrées applicable aux montagnes comme aux plaines, aux courbes de très faibles rayons et aux routes existantes etc. 14 p. Besançon.

Jouffroy's Constructionssystem für Eisenbahnen. Polyt. Centralblatt 1847, p. 274 und Eisenbahnzeitung 1847. p. 3.

Kollmann's Wagen für scharfe Krümmungen. Polyt. Centralblatt 1837, p. 543.

Loose railway wheels. Mechan. Magaz. 1863, p. 572. The Engineer. 1862. p. 75.

Memoire über billige Eisenbahnen. (Amerik. Systeme, Lyst, Loubat, Henry, Bazaine). Oppermann nouvelles annales de la constr. 1856, p. 92, 125 u. 145.

Nördlinger, Eisenbahnsysteme mit articulirten Zügen. Eisenbahnzeitung 1847, p. 3 u. 12.

Railway economy. The Engineer. 27. März 1868, p. 225.

Rapport sur l'application du système de waggons articulés et des courbes, à petits rayons aux chemins de fer secondaires adressé à M. le Ministre etc par une commission composée de M. M. Avril Job & Mary. Annales des mines IV. 1854. p. 287.

Rives, Roues indépedantes pour chemin de fer. Génie industr. 1857, p. 205. Organ 1857, p. 268.

Roy, E., System von Wagen für Bahnen mit kleinen Radien. Mém. et compte rendu des trav. de la soc. des ingén. civ. 1858, p. 50.

Roy, E., Zweitheilige Eisenbahnwagenachsen. Génie industr. 1856, p. 15. Polyt. Centralblatt 1856, p. 1295. Oppermann nouv. annales de la constr. 1856, p. 52. Zeitschr. des Oesterr. Ingen.-Vereins 1857, p. 54.

Passenger carriage, West-Hartlepool railway. The Engineer. 2. Juni 1865.

Tenderlocomotiven aus Adams' radialen Achsbüchsen. Organ 1868, p. 253. The Engineer. 1866, p. 425.

Themor's sechsrädriger Eisenbahnwagen. Eisenbahnzeitung 1845, p. 188 u. 399.

Wagensystem Leprevost-Gueroult für secundäre Bahnen. Organ 1871, p. 215. Giorn. dell Ing. Arch. Civ. ed. Industr. anno XIX.

Wetzlich's neue Construction von beweglichen Untergestellen. Organ 1850, p. 42 und Polyt. Centralblatt 1850, p. 1235.

III. Capitel.

Strassenbahnen (Tramways).

Bearbeitet von

Otto Büsing,
Ingenieur in Breslau.

(Hierzu Tafel XLIII bis LX.)

---

§ 1. Einleitung. — Die Entstehung der Pferdebahnen ist auf mehrere Jahrhunderte zurückzuführen. Dieselben wurden zuerst in Kohlen- und Bergbaudistricten, um von den betreffenden Gruben nach den Verladeplätzen oder an die Landstrassen zu gelangen, sowie auch in den Gruben selbst angewendet und dienten hauptsächlich für Lasttransport.

Diese Bahnanlagen gelten allgemein als eine amerikanische Erfindung, sind es jedoch nach einem Aufsatz in Chambres Journal keineswegs, sondern es waren deutsche Bergleute, die diese Bahnen für genannte Zwecke bauten. Solche einfachste Pferdebahnen waren aus Holz mit Lang- und Querschwellen, und die Räder der Karren waren entweder mit glatten Felgen oder mit einem Flantsch versehen, je nachdem die Räder auf den Langschwellen selbst liefen oder in einer Spur, die durch eine aufgenagelte Latte gebildet wurde, ähnlich den noch heute für Erdkarren aus Bohlen, Winkel- oder E-Eisen gebildeten Bahnen.

Im Jahre 1738 soll nach den Industrieblättern 1875 ein Erbauer von Pferdebahnen, Namens Outram, die Schwellen zuerst mit Eisenschienen belegt haben, woraus der Name Outramway entstand, der später in Tramway abgekürzt, jetzt vielfach üblich geworden ist. Zu Anfang dieses Jahrhunderts befanden sich in Deutschland und Oesterreich mehrere zum Theil ziemlich ausgedehnte Pferdebahnanlagen für Güter- und Personenbeförderung (Budweis-Linz, Linz-Gmunden), sowie in Ungarn (Pressburg-Tyrnau), in Frankreich (St. Etienne-Andrecieuse), in Amerika (Quiny-Boston). Dieselben sind jedoch jetzt fast alle zu Locomotivbahnen umgebaut und werden mit Dampf betrieben.

In Folge der Ausbildung, welche die Eisenbahnen durch die Einführung der Locomotiven erfuhren, sind eben die Pferde- und Strassenbahnen in ihrer ursprünglichen Bedeutung vollständig verdrängt worden. Dagegen erlangen dieselben durch den

Localverkehr innerhalb einer Stadt eine neue Bedeutung und eine durch die Lage in den Strassen eigenthümliche Construction.

Die Pferde- oder Strassenbahnen der Neuzeit, in Amerika (1858 New York) und England zuerst wieder eingeführt, haben beinahe ausschliesslich den Zweck der Personenbeförderung und sind fast in allen grösseren Städten ausgeführt oder projectirt; dieselben sind mit ihrem Oberbau ein integrirender Theil der Strassen geworden, und findet der Verkehr ohne Beeinträchtigung des Verkehrs von anderen Fuhrwerken statt.

Die Bahnanlage in England hatte früher mit sehr grossen Schwierigkeiten zu kämpfen, bis sich dann der ausserordentliche Nutzen derselben gegenüber den nicht wegzuleugnenden zeitweiligen Unbequemlichkeiten herausstellte, so dass jetzt daselbst ein sehr ausgebreitetes Netz vorhanden. Einem Mr. Trains gebührt das Verdienst, die Strassenbahnanlagen von Amerika zuerst in England eingeführt zu haben. Und was der Engländer Mr. Trains für England war, das ist eine Däne, Herr A. F. Moller oder Baron Mollerus, für Deutschland gewesen, der zuerst in Berlin eine Pferdebahn im Jahre 1863, und zwar für den speciellen Zweck des Personenverkehrs, anlegte. Bahnalagen der letzten Art sollen in Nachfolgendem näher beschrieben und die Normen entwickelt werden, die bei derartigen Anlagen zu beobachten sind.

§ 2. Eintheilung der Strassenbahnanlagen. — Die Strassenbahnanlagen lassen sich nach dem Zweck, dem sie dienen sollen, in nachfolgender Weise eintheilen:

a) Anlagen, bei welchen der Strassenbahnwagen das Gleis nicht verlassen kann. Hierbei kann die Eintheilung wieder von zweierlei Art sein, so dass
   1) die Schiene ausschliesslich für den zugehörigen Wagen bestimmt ist und das gewöhnliche Fuhrwerk nur nicht hindern darf;
   2) die Schiene gleichzeitig als Bahn für die Strassenbahnwagen, sowie auch für gewöhnliches Fuhrwerk dient.

b) Anlagen, bei welchen der Wagen das Gleis jederzeit verlassen kann, und zwar:
   1) mit Schienen, die für das Befahren mit besonderen Wagen bestimmt, welche indess auch auf gewöhnlichem Pflaster fahren können;
   2) mit einer Schienen- oder Steinbahn, welche dem gewöhnlichen Fuhrwerk zur leichten Fortbewegung dient und keine besonderen Wagen für den Verkehr auf dieser Bahn erfordert.

Die unter a angeführten Anlagen verdienen, wenn irgend möglich, den Vorzug, bedingen indess ziemlich breite Strassen und nicht zu starke Krümmungen; dagegen sind die unter a 2 angeführten Anlagen wenig verbreitet und da, wo sie in Europa bestanden, wieder verlassen. Nur in Amerika finden sich diese Bahnen noch mehrfach vor, namentlich in Philadelphia; es ist die Schiene hiernach auch die Philadelphiaschiene benannt.

Das unter b bezeichnete System entstand aus dem Bedürfnisse, die Bahnen durch Strassen zu führen, welche zu eng sind, um das System a anzuwenden. Da die Wagen hierfür das Gleis an jeder Stelle verlassen können, so bedürfen diese Bahnen nur eines Gleises ohne jedwede Ausweichung.

Derartige Anlagen finden sich in England, Dänemark, der Schweiz und Deutschland; haben sie auch gegenüber dem System a manchen Nachtheil, so ist doch schon durch einige Anlagen der Nachweis geliefert, dass sie sich nützlich betreiben lassen und nicht etwa unüberwindliche Schwierigkeiten bieten. In den meisten Städten, wo diese Anlagen der engen Strassen halber eingeführt waren, sind sie jetzt umgebaut und werden mit Wagen betrieben, die das Gleis nicht verlassen können. Sie dienen

also in vielen Fällen dazu, bestehende Bedenken der Behörden und das Vorurtheil des Publikums zu überwinden und zu zeigen, dass bei sonst richtiger Anlage auch in engen Strassen das Nichtausweichsystem mit seinen grossen Vortheilen durchführbar ist. Es sind durch die Ausweichanlagen in Städten Pferdebahnen entstanden, die sonst wohl auf dieses angenehme Verkehrsmittel hätten verzichten müssen, z. B. in Genf-Chêne, Kopenhagen, speciell aber Elberfeld-Barmen.

Die Bahnanlagen nach System b2 finden ihre Verwendung hauptsächlich bei grossen Bauten (Erdtransport etc.); Bahnen dieser Art mit Eisenschienen sind wohl kaum in grösserem Maassstab ausgeführt. Dagegen hat man vielfach Versuche mit sogenannten Granitbahnen gemacht, die indess der kostspieligen Unterhaltung und verhältnissmässig geringen Vortheile wegen zur Zeit noch nicht zu befriedigenden Resultaten geführt haben.

§ 3. Allgemeines über den Bau von Strassenbahnanlagen. — Bei Feststellung des Planes, wonach das in einer Stadt herzustellende Strassenbahnnetz angelegt werden soll, ist letzteres selbstverständlich von dem Hauptcharakter der Stadt abhängig.

Bei Städten, wie Berlin, Wien, Paris, Breslau etc., welche sich gleichmässig nach allen Seiten hin ausdehnen, wird man zweckmässig und naturgemäss das Radialsystem, in Verbindung mit einer oder mehreren Ringbahnen anwenden; bei langgestreckten Städten dagegen, wie Elberfeld, Barmen, Magdeburg, Hannover etc. ist es geboten, der linearen Ausdehnung zu folgen und, je nach Bedarf, Seitenlinien anzulegen.

Die Verbindung der einzelnen Radien durch eine Ringbahn folgt in vorbenannten Städten der alten niedergelegten Stadtmauer oder den Festungswerken und wird daher die Entfernung vom Mittelpunkt der Stadt ziemlich beträchtlich. Es ist also bei solchen Anlagen danach zu trachten, wenn auch nicht alle Radien in das Innere der Stadt geführt werden können, da in den alten Stadttheilen gewöhnlich die Strassen zu eng sind, dass doch mindestens einige Linien der Art gebaut werden (Breslau) damit dieselben wenigstens annähernd das Centrum erreichen.

Die bisherigen Strassenbahnanlagen dienen fast ausschliesslich dem Personenverkehr, und soweit uns bekannt, nur in Luxemburg auch gleichzeitig dem Gütertransporte.

Ueber Elemente der Tracirung siehe auch Stadterweiterungen von Professor Baumeister 1876, sowie A. Bürkli (Zürich 1865).

a. Spurmaass. Das fast allgemein übliche Spurmaass ist $1^m,435$ gleich dem Normalspurmaass für Eisenbahnen. Es finden sich jedoch auch Anlagen, wo man dieses Maass verlassen hat, um die Spurweite in Einklang zu bringen mit der Radentfernung des für den betreffenden Ort üblichen öffentlichen Fuhrwerkes, damit dieses nicht mit dem einen Rad auf der einen Schiene fahrend, neben der anderen durch das zweite Rad Rinnen bilde, wie z. B. in Leeds, wo das Spurmaass $1^m,219$ (= 4′ engl.) und Madrid, wo es $1^m,24$ beträgt.

Im Allgemeinen stimmt übrigens die Radentfernung des gewöhnlichen Fuhrwerkes, (ausgenommen Karren und Omnibusse) ziemlich überein mit dem angegebenen Normalspurmaasse; eine geringere Spurweite ist nicht zu empfehlen, insbesondere nicht, wenn man für den Betrieb auch auf zweispännige Pferdebahnwagen rechnen muss, weil die Pferde alsdann auf den Schienen laufen müssen.

b. Gleisentfernung. Die Gleisentfernungen für Doppelgleise oder Ausweichungen sind gewöhnlich $2^m,5$—$2^m,8$. Sie betragen speciell: in Glasgow und Edin-

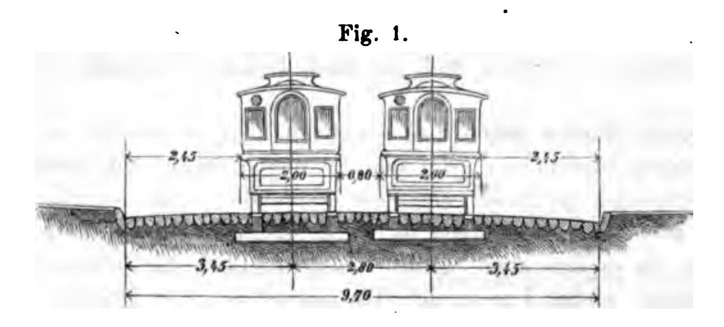
burgh $2^m,3-2^m,70$; in Brüssel in Strassen, welche so breit sind, dass sie keinerlei Beschränkung der Gleisanlagen bedingen, z. B.

Boulevard de Waterloo	$2^m,50$
- de Botanique	$2^m,50$
- du Midi	$2^m,50$
Rue Belliard	$2^m,60$
Gent.	$2^m,50$
Berlin früher	$2^m,8$
jetzt durch das Polizeipräsidium auf . . . . reducirt,	$2^m,625$
Hamburg, Kopenhagen, Hannover, Dresden, Danzig etc.	$2^m,80$.

c. Strassenbreiten. Die gewöhnliche Wagenbreite der Strassenbahnen ist im maximum (in der Panzerleiste gemessen) $2^m,0$: — es bleibt mithin noch zwischen zwei sich begegnenden Wagen ein lichter Raum von $0^m,3-0^m,8$, je nachdem die Gleisentfernung gewählt wird.

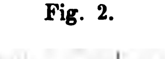
Die Entscheidung, ob eine Strasse genügend breit sei, um ein oder mehrere Gleise aufzunehmen, ohne den übrigen Verkehr zu stören, hängt natürlich vor Allem von der Intensität des letzteren ab.

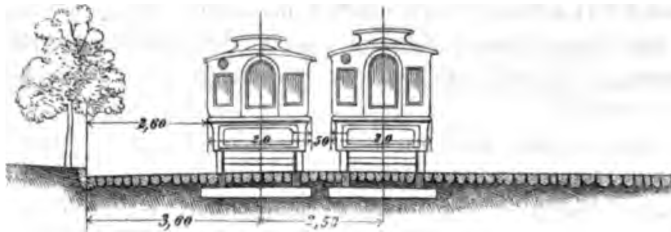
Fig. 1.



In Hamburg liegen in der Hermann- und Ferdinandstrasse, die doch immerhin zu den Hauptstrassen dieser Stadt zu rechnen sind und eine fast durchgängige Breite zwischen den Bordsteinen von $9^m,70$ haben, zwei Gleise, mit einer Mittelentfernung derselben von $2^m,8$. Nimmt man hierzu je $\frac{1}{2}$ Wagenbreite $= 2 \times 1^m$, so giebt dieses einen Raum, der durch die Bahn (für den Fall, dass sich gerade zwei Wagen begegnen) beansprucht wird, von $4^m,8$. Es bleiben mithin noch für das Strassenfuhrwerk an jeder Seite der Bahnwagen $\frac{4,9}{2} = 2^m,45$.

Dieses Maass genügt vollständig für das Strassenfuhrwerk und soll dasselbe für einige später festzustellende Strassenminimalbreiten für die verschiedenen Gleislagen auf $2^m,50$ abgerundet, beibehalten werden. Hierbei sei noch erwähnt, dass in Brüssel auf dem Boulevard de Botanique, welcher sehr breit ist — das Gleis liegt daselbst an der Seite — der für das Strassenfuhrwerk belassene freie Raum nur $2^m,6$ breit ist, trotzdem dieses Maass leicht hätte grösser genommen werden können.


Fig. 2.



Es ist dem Verfasser dieses, weder während seiner dreijährigen Mitwirkung

n Bau der Bahnen in Hamburg, noch jetzt nach ca. zehnjährigem Betrieb bekannt 'orden, dass dieses Maass Veranlassung zu Unzuträglichkeit oder Unglücksfällen eben hätte. Mithin würden Strassen von 9^m,70 zwischen den Bordsteinen für An- ›n von Doppelgleisen bei einer Gleisentfernung von 2^m,8 genügen, wenn die isachse mit der Strassenachse zusammen fällt und keine tiefen Rinnsteine vorhanden.

Es bleibt dann noch an jeder Seite der Bahn der nothwendige Raum für einen enden oder fahrenden Wagen; da aber, wie in Brüssel und Glasgow erwiesen ist, Gleisentfernung sogar auf 2^m,5, ja 2^m,3 ermässigt werden kann, so folgt, dass ppelgleise, in die Mitte der Strasse gelegt, auch bei lebhaftem Verkehr im ısersten Fall in Strassen von 9^m,2 Breite zulässig sind.

Sind Verkehr und Verhältnisse einer Strasse derart, dass man nicht nöthig hat, jeder Seite der Gleisanlage einen Streifen für stillstehendes (abladendes) Last- 'werk zu reserviren, so sind Doppelgleise auch noch in weit schmäleren Strassen ssig, wie z. B. in Brüssel, Rue des lons. Das Gleis liegt dort einseitig, Strasse ist beiderseits bebaut und hat Gesammtbreite zwischen den Bord- ıen von 7^m,0.

Fig. 3.

Das Strassen- und Bahnprofil ist nebenstehender Skizze ersichtlich.

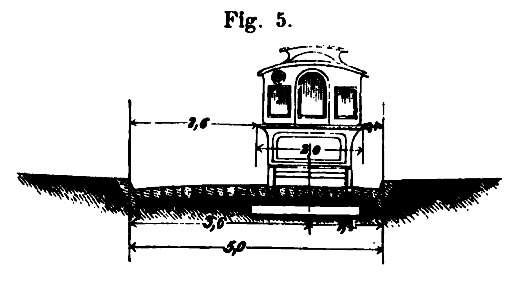
Strassen, in denen eingleisige nen in die Mitte verlegt werden sol- bedürfen einer Breite zwischen den lsteinen von mindestens 7^m,0. Der dem ssenfuhrwerk verbleibende freie Raum ›odann noch an jeder Seite 2^m,5. Das ›nstehende Profil zeigt die Gleislage Bercham Steinweg in Antwerpen; die sse ist beiderseits bebaut, sehr lang hat lebhaften Wagenverkehr.

Fig. 4.

In New-York sind in Strassen von —8^m,5 (= 20—28′ engl.), desgleichen 'hiladelphia in Strassen von 7^m,9 (= engl.) fast überall doppelgleisige Bahnen seit langen Jahren in Betrieb. (The ineer 1866, V. 22, p. 470.)

Sind die Strassen so eng, dass es nicht zulässig ist, das Gleis in die Mitte zu ›gen, so muss dasselbe an die Seite ckt werden. Um zwischen der Schiene dem Bordsteine noch den Platz zur ıge eines genügend tiefen Rinnsteines ›elassen, empfiehlt es sich, die Ent- ıng von Mitte Gleis bis Bordstein nicht r 1^m,4—1^m,3 zu nehmen. Nach ne- tehendem Profil würden also Strassen 4^m,9 — 5^m,0 die Anlage einer Bahn zulassen.

Fig. 5.



Es lässt sich nicht verkennen, dass es für die Anwohner in derartig engen ›sen einige Unbequemlichkeiten mit sich bringt, dass das Lastfuhrwerk nicht un-

mittelbar vor den Häusern halten kann, wenn das Gleis dicht am Bordstein liegt. Diese Unbequemlichkeiten sind aber in der That sehr klein. In Paris, Wien finden sich Bürgersteige, welche breiter sind, als die oben angeführten Strassen, und auch bei Gütertransport in die Häuser überschritten werden müssen.

Solcher Seitentransport vom Hause über die Gleise hinüber kann also nicht wohl als eine bedenkliche Belästigung des Verkehrs angesehen werden.

Es sind denn auch, wie nachverzeichnet, in Strassen von angeführter Breite und noch darunter, eingleisige Bahnen ausgeführt:

Boston	Brattlesstreet . .	$4^m,57$	(= 15′ engl.)
-	Hannoverstreet .	$4^m,8$	(= 16′ -)
-	Trementroad . .	$4^m,8$	(= 16′ -)

Es wurde sogar im December 1873 dem Ingenieur Lane im New-York vom Stadtrath die Erlaubniss ertheilt, in allen Strassen, die breiter als $4^m,25$ sind, auf den Strassenbahnen Locomotiven laufen zu lassen (Engineering 1874 und die Eisenbahn 1875, p. 27).

Vom Verfasser wurden in Glasgow und Edinburgh mehrere Strassen von $5^m,0$—$5^m,2$, in denen ein Gleis verlegt war, gemessen, desgleichen in Scheveningen (Haag-Scheveningen), wo bei $5^m,3$ Strassenbreite dem Fuhrwerk noch $2^m,9$ verblieben.

Gent Rue duc de Brabant, Breite $6^m,0$, Bürgersteig $1^m,0$ und $0^m,9$, das Gleis liegt auf $1^m,76$ bis zur Mitte, dieses belässt $3^m,24$ freien Raum.

Eine zur Klarlegung der besprochenen Verhältnisse für die Städte Elberfeld und Barmen erwählte Commission, welche ihre Aufgabe sehr eingehend behandelt hat, erstattete hierüber den nachstehend wörtlich wiedergegebenen amtlichen Bericht:

»Die Lage der Gleise in den Strassen. — Die Strassen in Brüssel und Antwerpen, durch welche die Pferdebahnen geführt sind, sind der grossen Mehrzahl nach erheblich breiter, als die inneren Strassen in Elberfeld und Barmen. In den breiten Strassen sind die Gleise stets in der Mitte angeordnet und lassen zu beiden Seiten Raum für den Verkehr der gewöhnlichen Fuhrwerke. In den engeren Strassen dagegen, welche in Brüssel und Antwerpen nur vereinzelt, in Gent aber zahlreich vorkommen, ist der Regel nach nur ein Gleis ausgeführt und dieses möglichst dicht (die eine Schiene bis auf $0^m,50$) an das Trottoir einer Seite der Strasse geschoben, so dass auf der anderen Seite ausreichender Platz für den übrigen Fuhrverkehr bleibt. Von der Königlich Belgischen Administration des ponts et chaussées sind hierüber specielle Vorschriften ertheilt, welche allgemein als zweckmässig anerkannt werden.

Danach darf in Strassen, welche zwischen den Trottoirkanten weniger als $5^m,20$ Breite haben, ein Tramway überhaupt nicht gelegt werden.

Bei Strassen, welche eine Fahrbreite von $5^m,20$ und darüber haben, ist das Gleis so zu legen, dass auf der einen Seite ein freier Raum von mindestens $3^m,20$ Breite für das übrige Fuhrwerk verbleibt.

Bei Strassen von $7^m,20$ und darüber soll dagegen das Gleis nach der Mitte hin gerückt werden, und zwar so, dass auf der einen Seite eine Breite von wenigstens $2^m,5$ für sich bewegendes Fuhrwerk, auf der anderen ein Raum von $3^m,20$ für stillstehendes Fuhrwerk freigelassen wird.

Für zweigleisige Tramways sind keine besonderen Vorschriften gegeben, indessen kann man die vorstehenden Bestimmungen leicht hierfür ergänzen.

Von den Unterzeichneten ist die Breite einer grösseren Anzahl von Strassen in Brüssel, Gent und Antwerpen, welche in ihren Dimensionen und Verkehrsverhältnissen Aehnlichkeit mit den engen Strassen von Barmen und Elberfeld zeigten, gemessen worden. Die Resultate dieser Messung sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Name der Strasse.	Anzahl der Gleise.	Gesammtbreite des Fahrdammes in Metern.	Freier Raum neben dem Gleise rechts in Metern.	Freier Raum neben dem Gleise links in Metern.
Brüssel.				
1. Rue des Foulons . . .	2	7,10	2,75	0,50
2. Rue de Bodeghem . .	1	6,00	4,00	0,50
3. Rue de quat. bras . .	2	6,72	2,30	0,42
Gent.				
1. Stem-Straet	1	6,00	4,00	0,50
2. Veld-Straet.	1	5,10	3,10	0,50
3. Brabanddam . . .	1	5,70 bis 6,00	3,70 bis 4,00	0,50
Antwerpen.				
1. Kipdorp	1	5,70	3,60	0,60
2 Schoen-Markt	1	5,30	3,30	0,50

In diesen Strassen finden sich zum Theil sehr schmale Trottoirs, von denen einige mit nur $0^m,35$, $0^m,55$, $0^m,75$, $0^m,80$, $0^m,95$, $1^m,00$ gemessen worden sind.

Von den besichtigten Strassen haben mehrere, wie z. B. die Veld-Straet und der Brabanddam zu Gent, die Kipdorpstrasse und die Rue Remport Ste. Catharine zu Antwerpen, eine nicht unbedeutende Längenausdehnung und einen starken Verkehr von Lastwagen. Gleichwohl geht der Verkehr sowohl der Pferdebahnwagen als der Last- und sonstigen Fuhrwerke selbst ungestört vor sich.

Uebelstände, welche durch den Tramway-Verkehr oder dadurch hervorgerufen wären, dass bei der Lage der Gleise auf einer Seite der Strasse Fuhrwerke über diese Gleise hinweg abzuladen sind, sind uns nicht bekannt geworden.

gez. R. Kayser. Mäurer.
G. A. Schmidt. Winchenbach.

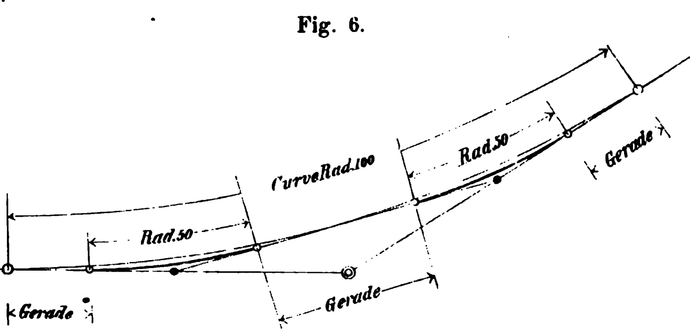
Barmen und Elberfeld, den 19. Januar 1876.«

Wie aus dem im vorstehenden Abschnitt Behandelten erhellt, ist es durchaus nicht nöthig, dass für Strassenbahnanlagen Strassen von aussergewöhnlicher Breite vorhanden sein müssen, es muss nur Sorge dafür getroffen werden, dass neben dem Strassenbahngleis noch ein gewöhnlicher Wagen halten kann.

Es ist leider ein verbreiteter Irrthum, dass neben den Gleisen noch Raum für zwei Wagenreihen erforderlich sei, während es gar keine Störungen veranlasst, wenn ein fahrender Wagen einem stehenden ausweichend, auf kurze Zeit dem Strassenbahnwagen auf dem Gleise folgt.

d. Gleislage. Im Allgemeinen wird man der bestehenden Strassenachse je nach der vorhandenen Breite folgen oder sie parallel zu derselben legen und eine etwaige Richtungsänderung durch geeignete Curven vermitteln. Bei der Wahl dieser Verbindungscurven darf man sich jedoch nicht zu ängstlich daran binden, dass die Bahnachse mit der Strassenachse zusammenfallen. Vielmehr hat man dahin zu streben, möglichst die in dem nachstehenden Abschnitt näher besprochenen Normalcurven zu verwenden, welche bei Wagen mit festen Achsen vortheilhaft angewendet werden. Nicht blos kleinere,

Fig. 6.



sondern sogar auch grössere Radien sind zu vermeiden, ja selbst wenn man einen flachen Bogen in mehrere, durch gerade Linien verbundene Normalbogen auflösen müsste. (S. Fig. 6, p. 299.)

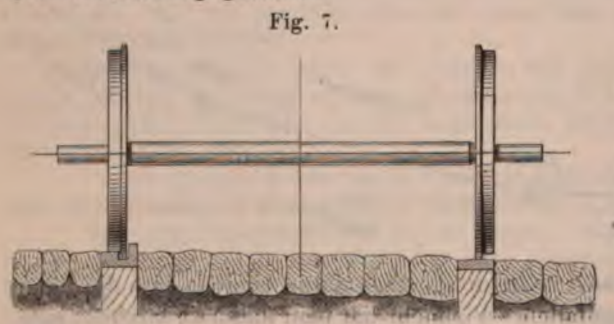
e. Curven. Die Bedingung, sich mit den Pferdebahngleisen möglichst dem natürlichen Strassenverlauf anzuschliessen, nöthigt den Constructeur, möglichst kleine Curven (bis herab auf 15^m) zu wählen, sowie er aus gleicher Rücksicht dem Wagen einen möglichst kleinen Radstand (1^m,3—1^m,8) zu geben hat. Da die Radflantsche zur Vermeidung tiefer Spurrinnen, welche schwere Profile bedingen würden, nicht wohl mehr als 12—15^{mm} über den Laufkranz vorspringen dürfen, so geben diese scharfen Curven allerdings leicht Anlass für Entgleisung. Ausserdem aber setzen dieselben den Pferden einen ganz bedeutenden Widerstand entgegen, der noch dadurch besonders erhöht wird, dass die Schienen beständig mit Staub und Schmutz bedeckt sind. Durch diesen Widerstand entsteht dann aber selbstredend auch eine grosse Abnutzung. — Um derartigen Uebelständen möglichst zu begegnen und die bedeutenden Vortheile des Wagensystems mit festen Achsen, d. h. mit solchen Achsen, auf welchen die Räder festgekeilt sind, ohne andere Beeinträchtigungen sich zu erhalten, muss man dafür sorgen, dass die Aussenräder in Curven auf einem grösseren Umkreis laufen als die Innenräder. Wenn die Curvenradien sehr klein werden, so kann übrigens an dem Wagensystem mit festen Achsen nicht festgehalten werden, und insofern ist diese Frage (Grösse des Curvenradius) von wesentlichem Einfluss auf die Wahl des Wagensystems. (Siehe auch Doppelcurven, Paris-St. Cloud und Paris-Vincennes.)

Der Widerstand, den feste Achsen mit gleichen Rädern beim Durchlaufen einer Curve erleiden, entsteht bekanntermaassen hauptsächlich dadurch, dass das äussere Rad einen grösseren Weg durchlaufen muss, als das innere. Soll also bei der durch die feste Verbindung bedingte Gleichheit der Umdrehungen beider Räder die Bewegung zwanglos durch Abrollen, d. h. ohne theilweises Schleifen der Räder stattfinden, so muss sich der Durchmesser des Laufkreises beim Aussenrad zu dem des Innenrades verhalten wie die Länge der Aussenschiene in der Curve zu der der Innenschiene, d. h. wenn d der Durchmesser des inneren, D der des äusseren Laufkreises ist, R der mittlere Curvenradius, s die Spurweite, so muss sich verhalten

$$d : D = R - \frac{s}{2} : R + \frac{s}{2}.$$

Bei Locomotivbahnen wird dieses Verhältniss durch die Conicität der Laufkränze hergestellt; das ist aber bei Strassenbahnen undurchführbar, da man es hier gewöhnlich mit sehr kleinen Curvenradien und schmalen Rädern zu thun hat, welche nur wenig Querverschiebung gestatten.

Fig. 7.



So ist man darauf geführt worden, die Vergrösserung des äusseren Laufkreises dadurch herzustellen, dass man das Aussenrad in der Curve mit seinem Spurkranz (Flantsch) auf einer Flachschiene laufen lässt, während das Innenrad mit seinem Laufkranz auf einer Schiene rollt, die sich von der gewöhnlichen Schiene nur dadurch unterscheidet, dass die innere Begrenzung der Spurrille etwa 10^{mm} überhöht und so zu einer Zwangsschiene ausgebildet wird.

Die vorstehend gegebene Proportion, auf das soeben beschriebene System angewandt, zeigt, dass es für ein bestimmtes Verhältniss des Laufkranzdurchmessers (d) zum Spurkranzdurchmesser (D) nur einen ganz bestimmten Curvenradius giebt, in welchem ein Abrollen ohne Schleifen stattfindet, der hier der Normalcurvenradius genannt werden soll und der sich durch Auflösung obiger Proportion findet zu $R = \frac{s}{2}\frac{D+d}{D-d}$ woraus, wenn f den Vorsprung des Flantsches gegen den Laufkranz bezeichnet $R = \frac{s}{2}\left(\frac{2d}{f} + 1\right)$.

Es ist klar, dass durch geeignete Wahl des Verhältnisses der Kränze der Normalradius je nach Bedürfniss bestimmt werden kann; indess hat dies in Rücksichten auf das Rad und die Spurrille seine Grenzen, da man den Spurkranz einerseits der Führung wegen nicht unter 12^{mm}, andererseits, um keine zu tiefe Spurrinnen und zu schwere Schienen zu erhalten, nicht über 17^{mm} vorspringen lassen darf.

Bei dem fast allgemein üblichen Raddurchmesser von $0^m,85$ (= 2′ 6″ engl.), $12,5^{mm}$ Radflantschvorsprung, $1^m,435$ Spurweite ergiebt sich der Normalcurvenradius zu $49^m,7$ oder rund 50^m, und der kleinste nach diesen Principien berechnete Radius ergiebt sich für $f = 17^{mm}$ zu $36^m,7$.

Die nach diesem System gebauten Curven lassen sich fast so leicht befahren wie gerade Strecken und entschieden leichter als Curven von weit grösserem Radius ohne Benutzung des Spurkranzes als Aussenrad.

Selbstverständlich ist es keine absolute Nothwendigkeit, allen Curven einer Bahnlinie genau den Normalradius zu geben; insbesondere kann unter zwingenden Umständen sehr wohl ein kleinerer Radius angenommen werden. Die Bewegung des Aussenrades auf der Flachschiene ist dann zwar mit einem geringen Vorwärtsschleifen verbunden, welches einen entsprechenden Widerstand veranlasst, immerhin aber ist dieser nicht so gross, als wenn beide Räder auf gleichen Kreisen laufen.

Mit Hülfe der zuletzt beschriebenen Construction lassen sich im Nothfalle noch Curven von 20^m auch 15^m Radius beschreiben, freilich nicht ohne erhebliche Anstrengung der Pferde.

Wenn jedoch viele Curven von geringem oder gar noch geringerem Radius unvermeidlich sind, so sieht man sich genöthigt, das Wagensystem mit festen Achsen ganz zu verlassen. Die Anordnung wird dann so getroffen, dass das eine Rad lose auf der Achse, welche im übrigen wie eine feste Achse an den Enden mit Achshälsen in Achsbüchsen läuft, sitzt und dadurch eine langsame Relativdrehung gegen das andere Rad zulässt. Es findet dadurch unter allen Umständen ein vollständiges Abrollen und kein Schleifen statt.

Auf den geraden Strecken findet eine relative Drehung des losen Rades gegen das feste nicht statt.

Beide Curvenschienen haben hier das gewöhnliche Schienenprofil, allenfalls eine Zwangsschiene am inneren Strang.

Derartige Ausführungen mit losen Rädern finden sich in Stuttgart, Kopenhagen und Elberfeld-Barmen, Birkenhead; die Achsen sind aber häufiger reparaturbedürftig als feste. (Siehe Wagendetails.)

Mit Rücksicht auf die ausgeführten Curven sei noch erwähnt, dass man den Aussenschienen wie bei den Locomotivbahnen eine Ueberhöhung gegen die Lage der Innenschiene giebt. Es genügt, wenn diese Ueberhöhung für

Radien			Radien		
=	100^m =	10^{mm}	=	40^m =	30^{mm}
	80^m =	15^{mm}		30^m =	40^{mm}
	60^m =	20^{mm}		20^m =	50^{mm}
	50^m =	20^{mm}		15^m =	60^{mm}

genommen wird. Es giebt dieses für die Curven abwärts von 50^m Radius, da nach Früherem der Flantsch der Räder auf der Aussen- (Flach-)schiene aufläuft, in Wirklichkeit eine Gesammtüberhöhung

für 50^m Rad. $= 20 + 12 = 30^{mm}$
40^m - $=$ $= 40^{mm}$
30^m - $=$ $= 50^{mm}$
20^m - $=$ $= 60^{mm}$
15^m - $=$ $= 70^{mm}$

Damit der Wagen die kleineren Curven leichter passire, gebe man den Curvenschienen, sofern sie von Gusseisen hergestellt werden, eine Erweiterung der Spurrinne. Es genügt für:

Rad.		Spurrinnenbreite
50^m	=	32^{mm}
40^m	=	33^{mm}
30^m	=	34^{mm}
20^m	=	35^{mm}
15^m	=	36^{mm}

Werden die Curvenschienen (mit Ueberhöhung) gewalzt, so nehme man eine mittlere Spurrinne von ca. 35^{mm}.

Wenngleich die Gussschienen, sofern Stahlbandagen auf den Rädern zur Verwendung kommen, einen geringeren Reibungswiderstand bieten, so ist doch vorzuziehen, statt der gegossenen, gewalzte Schienen zu nehmen, da man für die Reserve etc. einestheils nicht ein so grosses Lager zu halten braucht, anderntheils die gewalzten Schienen eine grössere Widerstandsfähigkeit haben und schwächer gehalten werden können.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass es für die sichere Führung des Wagens durch die Curven und Weichen sehr vortheilhaft ist, wenn die Curvenzwangsschiene vor Anfang und nach dem Ende derselben (auch bei Weichen) um ca. 3^m in den anschliessenden geraden Strang durch eine Auslaufschiene mit Ueberhöhung (Fig. 7, p. 300 u. nebenstehende Fig. 8) verlängert wird und erst dann die Normalschiene (ohne Ueberhöhung) sich anschliesst.

Fig. 8. (1 : 15)

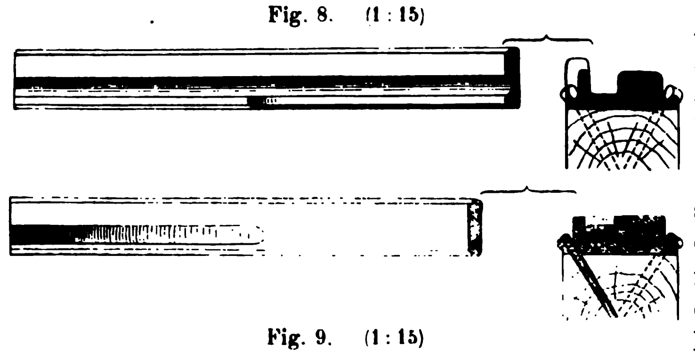


Fig. 9. (1 : 15)

Der Uebergang von Normalschiene zu Flachschiene kann entweder durch eine einzumeisselnde Nuthe in die Flachschiene, oder durch einen Keil der in die Rinne der Normalschiene ca. 35 Centim. lang eingenagelt wird, oder durch eine Gussübergangschiene (Fig. 9) hergestellt werden.

f. Steigungen. Steigungen bieten insofern für Strassenbahnanlagen keine Schwierigkeit, als dieselben jederzeit durch Vorspann überwunden werden können. Bei nicht sehr frequenten Linien können Steigungen von 1:50 bis 1:40 ohne Vorspann genommen werden.

g. Fahrgeschwindigkeit. Die Fahrgeschwindigkeit schwankt zwischen 9—12 Kilom. pro Stunde, je nachdem die Bahn in oder ausserhalb der Stadt, in schmalen oder breiteren Strassen gelegen ist.

Eingleisige Bahnen nach dem System a p. 294, die in wechselnder Richtung befahren werden, also keine sogenannte endlosen (geschlossene) Linien sind, bedürfen der Ausweichestellen, deren Entfernung von einander sich nach der Fahrgeschwindigkeit richtet; also in der Regel in einer Stadt, besonders in engen Strassen, kleiner werden als ausserhalb der Stadt. Geeignete Geschwindigkeiten hierfür sind:

in der Stadt 160 — 180 laufende Meter pro Minute
ausserhab der Stadt 200 — 220 - - - -

Werden die Fahrintervalle 10 oder 15 Minuten genommen, so sind die Weichen in Abständen der 5 und $7^1/_2$ Minuten Fahrzeit entsprechenden Entfernung anzulegen, da der Betrieb von beiden Seiten erfolgt und der Wagen schon nach der Hälfte der dem Fahrintervall entsprechenden Strecke mit dem sich ihm entgegen bewegenden Wagen kreuzen muss.

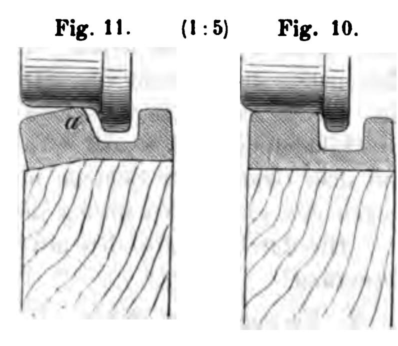
h. Herstellungskosten der Gleise. Hierüber lassen sich, da dieselben von den jeweiligen Ortsverhältnissen und Preisen wesentlich abhängen, nur sehr allgemeine Angaben machen. Hat man sich für ein bestimmtes System entschieden, so ist aus dem Materialbedarf und Preise sehr leicht die Bausumme zusammengestellt. Es sind, um Vergleiche zu erleichtern, deshalb jeweilig bei den späteren Constructionen die Schienengewichte mit angegeben. Es kosteten beispielsweise nach der Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architectenvereins 1860 p. 213 etc. in New York in der 6. Avenue die Bahn incl. sämmtlichen Zubehörs bei einer Länge von

ca. 14 Kilom. = 8,75 engl. Meil. 3,676,313 Mk., das ist pro Kilom. rund 260,000 Mk., wohingegen ebenfalls in New York die Linie Brooklyn City

ca. 64 Kilom. = 40 engl. Meil. lang 4,414,354 Mk., das ist der Kilom. rund 690,000 Mk. erforderte. Die Herstellungskosten einiger speciellen Anlagen sollen unter Oberbauconstruction aufgeführt werden. [1])

§ 4. Oberbau der Strassenbahnen. — a. Grundbedingungen für eine gute Schienenconstruction. Die Pferdebahnanlagen, wie schon erwähnt, von Amerika aus in Europa eingeführt, haben von dort, da sie Anfangs getreu nachgebildet wurden, alle die ihnen anhaftenden Fehler mit hierher gebracht, und giebt es noch zur Zeit recht wenig rationell construirte Oberbausysteme. Als Anhalt zur Beurtheilung der Schienen- und Oberbauconstruction mögen die nachfolgenden allgemeinen Betrachtungen dienen.

Fig. 11. (1:5) Fig. 10.



Die meisten Constructionen der Schienen sind einfache Flachprofile, welche nur ein ganz geringes Widerstandsmoment besitzen und die ganze Vertheilung des Raddrucks auf die Querschwellen und das Kiesbett der Langschwellen überlassen. Es empfiehlt sich aber diesem Gebrauch entgegen:

1) Rücksicht darauf zu nehmen, dass die Vertheilung des Materials im Schienenquerschnitt diesem selbst schon ein möglichst grosses Widerstandsmoment gegen Vertikaldruck gebe.

---

[1]) Notizen für Herstellungskosten finden sich: Allgemeine Bauzeitung 1858, p. 61 etc.; Engineering 1870, p. 457, 458; Engineering 1872, V. 13, p. 277, 308, 328, 406, 407; Hannöv. Ingen.- u. Archit.-Verein 1871, p. 398: desgl. 1872, p. 101; Organ 1873, p. 107 u. s. f.; Zeitschrift des österr. Ingen.- u. Archit.-Vereins 1860, p. 213; desgl. 1863. p. 31, 36, 79; desgl. 1872, p. 335.

Die meisten Constructionen der Schienen sind ferner derart, dass die befahrende Last (s. Fig. 11, p. 303) einseitig auf die Schienen und in Folge dessen auch einseitig auf die Langschwellen drückt, wodurch das Material unter der gedrückten Seite der Langschwelle schneller zerstört wird und ein Kanten der Schienen eintritt. Dies beschleunigt aber auch die Zerstörung der Schienen selbst, indem das Rad bald nur noch auf die verhältnissmässig geringe Kopfbreite *a* drückt, die sich alsdann rasch abnutzt, bis der Flantsch des Rades (Figur 12) im Grund der Schienen aufläuft und diese unter Mitwirkung des Strassenkothes vollständig durchschleift. Es muss also:

2) danach getrachtet werden, das Profil so zu construiren, dass die Mittellinie des Raddrucks möglichst mit der Achse des Unterbaues zusammenfällt.

Fig. 12. (1:5) Fig. 13. Fig. 14. (1:5)

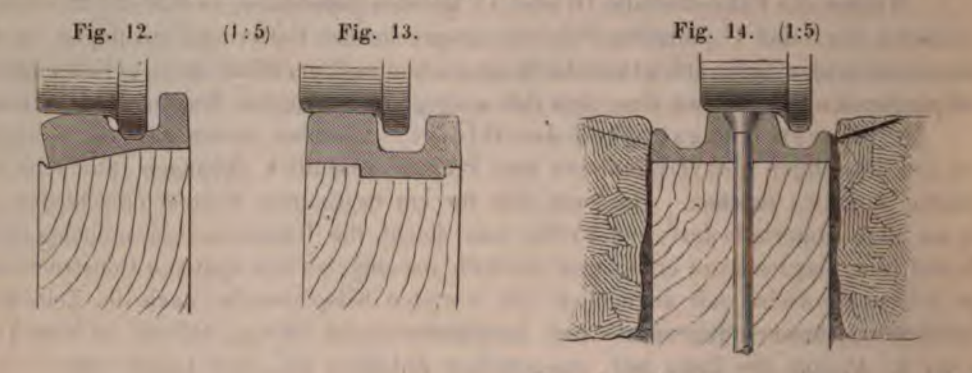
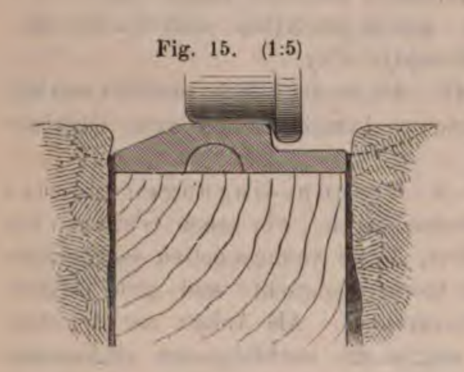


Fig. 15. (1:5)



Um der Zerstörung durch das Aufschneiden des Flantsches entgegenzutreten, hat man die Profile unten verstärkt (Fig. 13), wodurch gleichzeitig ein Versetzen der Schienen auf der Schwelle verhindert wird, siehe auch Oberbau München Fig. 5, Tafel XLIV.

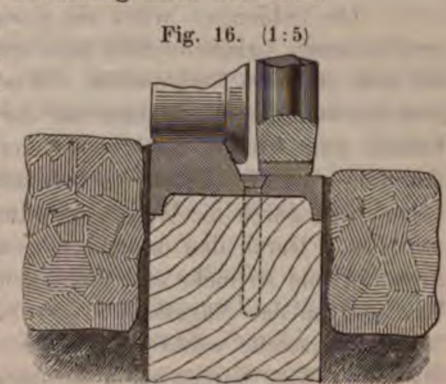
Einige dieser zweiten Anforderung genügende Profile, wie z. B. das in England (The Engineer 1873 No. 35 p. 248) angewendete (Fig. 14), sowie das alte Kopenhagener (Fig. 15), sind aus anderen denselben anhaftenden Mängeln wieder verlassen worden, die hauptsächlich darin bestehen, dass die Profile keine geschlossene, sondern eine offene Spurrinne haben; hierdurch wird das Gleispflaster nach gar nicht langer Zeit neben der Schiene vom Strassenfuhrwerk rinnenartig ausgefahren, wodurch dann das leichte Ausbiegen derselben erschwert wird. Noch schlechter wird es, wenn wie in Philadelphia Fig. 8 und 9 Tafel XLVI das Anpflaster anstatt mit dem Schienenkopf mit dem Grunde der Schiene in gleicher Höhe gesetzt wird, da das Fuhrwerk dann gegen den glatten Vorsprung der Schienen von circa 20^{mm} stösst.

Hierdurch ergiebt sich mit Rücksicht auf das Strassenfuhrwerk die fernere Anforderung:

3) Es muss jede Schiene ihre geschlossene Spurrinne oder Grube haben, dieselbe muss möglichst schmal und deren Form so sein, dass der Flantsch des Rades nicht auflaufen und der Strassenkoth leicht entfernt werden kann. Endlich muss die Form der Rinne der Art sein, dass weder die Pferde mit ihren Greifstollen, noch auch Steine oder dergleichen sich einklemmen können.

Der Einwand zu 3, dass sämmtliche Schienen in Philadelphia (Fig. 16) mit offener Rinne in Betrieb sind, kann die gestellte Forderung nicht aufheben.

Fig. 16. (1:5)



Diese Schiene entstand zunächst durch eine aussergewöhnliche Anforderung, indem man sie auf der einen Seite für Bahnfuhrwerk, auf der anderen Seite für gewöhnliches Fuhrwerk benutzen wollte und sich durch diesen Doppelzweck für den zuletzt besprochenen Uebelstand entschädigt glaubte. Indess scheint das System den gehegten Erwartungen doch nicht zu entsprechen, da es wenig Nachahmung fand, ja sogar an mehreren Orten (Kopenhagen, Birkenhead) versucht und wieder verlassen wurde.

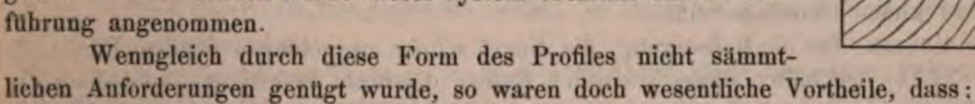
4) Die Befestigung der Schienen muss derart sein, dass die Köpfe der Nägel oder Schrauben in keinerlei Berührung mit dem Lauf- oder Spurkranz kommen können.

Es sind also alle Befestigungen verwerflich, bei welchen der Nagel- (Schrauben-) Kopf in der Laufflüche der Spurrinne liegt. Berlin, Hamburg, Kopenhagen hatten früher eine derartige Befestigungsart, und gehörte es nicht zu den Seltenheiten, dass die Schienen vollständig lose auf den Langschwellen lagen. Gleiche Beobachtungen über diese Nagelung kann man in Belgien und Frankreich machen. In Port Allegro (Brasilien) sind sogar grössere Schäden die Folge dieser ungenügenden Befestigung gewesen, indem die Speiche des Rades die seitlich ausgewichene Schiene erfasste, sie über die Achse hinweghob und von unten durch die Sitzbänke in den Wagen drückte.

Fig. 17. (1:5)



Den hier aufgestellten Gesichtspunkten gemäss waren im J. 1871 die derzeitigen Ingenieure der Grossen Berliner Pferdebahn J. u. O. Büsing bemüht, ein zweckmässigeres Profil zu schaffen, und so entstand die Form Fig. 17. Nach diesem und einem ähnlichen Profil wurden von denselben Ingenieuren ausser in Berlin noch die Bahnen in Dresden, Hannover, Danzig, Elberfeld und Barmen gebaut. In Wiesbaden wurde dieses System ebenfalls für die Ausführung angenommen.



Wenngleich durch diese Form des Profiles nicht sämmtlichen Anforderungen genügt wurde, so waren doch wesentliche Vortheile, dass:

a) die Mittellinie des Raddruckes der Mitte der Schwelle näher liegt;

b) eine weit gesundere Nagelung der Schienen als bisher sich erzielen liess;

c) die Lauffläche nicht durch Löcher unterbrochen war, und die an diesen Stellen sonst entstehenden höchst schädlichen Verdrückungen der Schienenoberfläche beseitigt wurden.

Immerhin hat dieses sonst sehr zweckmässige Profil darin noch einen sehr fühlbaren Mangel, dass es Flachprofil ist und in Folge dessen ein zu geringes Widerstandsmoment gegen Durchbiegung bietet. Es muss also auch hierauf Rücksicht genommen werden, und führt dieses zu den sogenannten Rippen- oder Schenkelprofilen, wie solche bereits von Laubat 1858 in den Vereinigten Staaten, ausserdem in der jüngsten Zeit in Buenos-Ayres, Glasgow, Paris, Brüssel, Hamburg verwendet wurden, und für die anzulegenden Bahnen in Breslau, Magdeburg und Stettin in Aussicht genommen sind.

b. Befestigung der Schienen. Es wurde oben unter 4 von einer guten Schienenconstruction verlangt, dass die Nagelung nicht auf der Lauffläche und nicht

in der Grube angeordnet sei. Ueber die Nachtheile dieser Nagelung und wie sie entstehen sei Folgendes erwähnt:

Die Schienen, wenn sie gewalzt und gerichtet, sind ebensowenig, wie die geschnittenen Langschwellen ganz gerade, und häufig sind die Flächen, in welchen sie sich berühren, windschief. Wird die Schiene nun aufgenagelt, so bedient man sich hierbei, um die Schiene auf die Schwelle zum Aufliegen zu bringen, des Drückhakens und schlägt den Nagel oder dreht die Schraube bis zum Aufsitzen hinein, dadurch wird die Schiene in federnde Spannung versetzt und ihr das Bestreben gegeben, den durch die Wagenerschütterungen gelösten Nagel aus der Schwelle herauszuziehen. Durch den darüber fahrenden Wagen wird der Nagel dann wieder hineingedrückt und so mehr und mehr gelöst. Zugleich aber schleift sich in Folge dieser Bewegungen das Nagelloch in der Schiene aus und der Nagelkopf ab, so dass die Verbindungsstelle schliesslich in den in nachstehender Skizze gezeichneten Zustand übergeht. Das nachstehende Beispiel (Fig. 18) ist einer drei Jahre alten Nagelung entnommen.

Fig. 18.



Vortheilhafter sind für Befestigungen, die von oben genommen werden müssen, Schrauben. Dieselben dürfen aber nicht, wie in Belgien, unverzinkt verwendet werden, da dieselben sonst festrosten, und, wenn sie bei Reparaturen entfernt werden müssen, abbrechen und weit schlechter herauszubekommen sind, als Nägel mit schlechten Köpfen, die eventuell durchgetrieben werden können.

Schraubenbolzen mit Muttern sind jedoch gänzlich zu verwerfen, da, wenn die Muttern festgerostet, diese nur durch Abschlagen entfernt werden können, wobei jedoch sehr häufig die Schwelle spaltet.

Dennoch findet man mehrfach diese Befestigungsart an Gleiskreuzungsstücken, um dieselben recht festliegend zu bekommen, aber auch dieses ist unnöthig, wenn anders nur die Gleiskreuzungsstücke richtig angefertigt werden (siehe unter Gleiskreuzungen), d. h. wenn dieselben nicht zu kurz, und zwar von mindestens 1^m Schenkellänge sind, damit der erfolgende Schlag beim Ueberfahren des Wagens auf eine nicht zu kleine Unterlage trifft.

Können, für die Befestigung, die Nägel schräg eingschlagen werden (Fig. 1, 2, Tafel XLIV), so halten diese wesentlich fester; die beste Befestigung ist jedoch die seitlich angebrachte mittelst Klammern (Fig. 4, Tafel XLIV), da hier der Nagel direct auf Abscheerung in Anspruch genommen wird, und der eigentliche Schaft des Nagels in die Mitte der Schwelle kommt.

§ 5. Specielle Constructionen des Oberbaues. — Die Verschiedenartigkeit der Anforderungen, welche an Strassenbahnen gestellt werden, sowie der Umstand, dass dieselben stets einen localen Charakter haben, eine Einheitlichkeit unter einander also nicht bedingen, haben zu einer ausserordentlichen Mannigfaltigkeit der Construction geführt.

Bestimmend wirkte vor Allem die Entscheidung darüber, welche der auf p. 294 angeführten Arten des Betriebes gewählt werden, sodann aber die Wahl des Materials, ob Holz, Eisen oder Stein zum Unterbau verwendet werden soll.

Bis dato sind vorwiegend flache Schienen in Gebrauch, welche einer continuirlichen Unterstützung bedürfen; fast ausnahmslos gilt dies insbesondere vom Holzunterbau; doch macht sich namentlich in neuerer Zeit das Streben nach einem solideren

Eisen- resp. Steinunterbau geltend, bei welchem zum Theil höhere Schienen in Anwendung kommen. Hierbei findet sich denn auch die Anordnung der Unterstützung in einzelnen Punkten vor.

Betreffs dieser Constructionen sei Folgendes bemerkt:

Im Allgemeinen sind die Constructionen, bei denen Querschwellen verwendet werden, vorzuziehen, da bei diesen die Gefahr einseitiger Versenkungen, also die Gefahr der Betriebsstörungen in Folge von Siel-, Gas- oder Wasseranlagen beträchtlich geringer ist, als bei den Anlagen, die nur in einzelnen Punkten unterstützt werden. Siehe Fig. 1 und 2 Tafel XLVI, (Oberbau Wien) Fig. 3, Tafel XLVI, (System Gregory) sowie Fig. 1—7 und 13 Tafel XLV.

Es wurden z. B. in Charlottenburg und Hamburg unmittelbar ausserhalb der Schienen tiefe Baugruben für Verlegung von Wasserleitungsröhren und Herstellung der Canalisation ausgehoben und die Baugruben sodann ausgesteift (bei beiden Anlagen sind Querschwellen), und wurde der Betrieb während der ganzen Baudauer an beiden Stellen nicht unterbrochen.

Wir sind von einheitlichen Anschauungen über den Bau der Strassenbahnen noch sehr weit entfernt, so dass eine scharfe Classificirung der einzelnen Systeme sehr schwer ist.

Wir müssen uns daher auf eine nur ganz allgemein geordnete Vorführung des bis jetzt Geleisteten beschränken.

§ 6. Holzoberbau für Wagen, welche das Gleis nicht verlassen können. — Die Holzoberbauconstructionen für Strassenbahnanlagen sind die weitaus ältesten, und werden auch noch heute vielfach angewendet. Wenngleich sie die grosse Unannehmlichkeit bieten, dass sie fort und fort Reparaturen veranlassen und nach ca. 6—10 Jahren das ganze Holz erneuert werden muss, so hat man sich bisher doch der sonstigen Vortheile und Bequemlichkeiten wegen nicht allgemein entschliessen können, das Holzmaterial zu verlassen.

Die Vortheile, die der Holzoberbau bietet, sind:

1) dass die Schiene auf einer elastischen Unterlage ruht,
2) dass die Schienen nicht vor der Aufnagelung zusammengepasst zu werden brauchen, wie dies z. B. bei Eisenoberbauconstruction meist nothwendig ist,
3) dass das Seitenpflaster sich gut und ohne weitere Vorkehrungen anschliesst und durch die Langschwelle selbst, so lange sie nicht faul ist, einen festen Seitenhalt hat.

Es ist nicht zu leugnen, dass dies Vortheile sind; dieselben dürfen jedoch auch nicht überschätzt werden.

Es sollen diverse Holzoberbauconstructionen verschiedener Städte nebst den dort verwendeten Schienenprofilen etc. vorgeführt werden.

In Amerika ist der Oberbau mit wenigen Ausnahmen von Holz, (Lang- und Querschwellen) hergestellt, die sich sämmtlich, abgesehen von der Schienenform, ziemlich ähnlich sind.

Soweit dem Verfasser die Constructeure der verschiedenen Systeme bekannt waren, sind dieselben bei den entsprechenden Zeichnungen genannt worden.

a. New-York. In New-York sind Schienen verwendet, die sich unvortheilhaft durch ihr grosses Gewicht auszeichnen; dasselbe schwankt zwischen 28—44 Kilogramm pro laufenden Meter. (Siehe Fig. 1—6 auf Tafel XLIII.) Die Rinnenbreite (55^{mm}) im Profil 6 für Curven (ca. 10^{m}) sind sehr breit, sodass sich hierin leichte Wagen festklemmen können. (Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architectenver-

eins 1860, p. 213.) Mit Schienen nach ähnlichen Profilen sind ferner Bahnen in New-Orleans, Boston, St. Louis, Baltimore, Cincinnati, Pittsburg, Mexico, Bahia, Port-Allegro und Rio erbaut.

In Grossbritannien treffen wir die verschiedensten Constructionen, zum Theil ausserordentlich solide fundirt. Der wirkliche Krebsschaden, das Aufschneiden und Kanten der Schienen (p. 304), hat jedoch nicht genügend Berücksichtigung gefunden. Vorwiegend findet man Holzoberbau, dem man an einzelnen Orten sogar noch eine starke und breite Betonunterlage gegeben hat, welche für Doppelgleis in Breiten bis zu 5m,4 = 18′ engl. vorkommt, um ein gleichmässiges Setzen des Bodens zu erzielen, (vergl. Gleispflasterung).

Der jetzige in London übliche Oberbau ist in Fig. 7 auf Tafel XLIII angegeben. Die Langschwellen 10×15 Centim. = 4×6″ engl. stark sind auf Concret gebettet und haben keine Querschwellen. Die Langschwellen sind in Entfernung von 1m,53 = 5′ engl. mit Traversen oder Zugstangen gefasst (Tie Rods). Dieselben haben an jedem Ende einen Gussschuh, der unten einen Fuss bildet, um das Kanten der Langschwellen zu verhindern; diese Stühle oder Schuhe sind in den Concret eingedrückt. Die Zwangschiene ist gerippt, um den Pferden Widerstand beim Anziehen zu bieten. Das Gewicht der Schienen ist ca. 21—22 Kilogr. pro laufenden Meter, und es sind dieselben mit versenkten Nägeln befestigt. Diese Art der Befestigung ist wie erwähnt, zu verwerfen.

b. Glasgow. In Glasgow waren vor 1871, als Verfasser den Bau und die Bahnanlagen in England und Schottland sah, Schienen angewandt, die unten ganz glatt und deren Zwangschienen gerippt waren; das Gewicht dieser Schienen Fig. 8 auf Tafel XLIII war ca. 24 Kilogr. pro laufenden Meter; die Befestigung der Schienen erfolgte durch versenkte Schrauben, die durch die Langschwellen durchgehend, unten mit einer Mutter angezogen wurden. Die Muttern wurden durch einen Bandeisenstreifen *a* gegen die unmittelbare Berührung mit dem Boden geschützt. Die Schrauben sassen in Entfernungen von 1m,1. Diese Befestigungsmethode ist schon deshalb zu verwerfen, weil bei Auswechselung der Schienen das Nebenpflaster herausgenommen werden muss, um die Mutter zu lösen. Wenn hierbei nun noch die Nase, welche das Drehen des Schraubenbolzens verhindern soll, abreisst, so muss die Mutter abgehauen werden, und hierbei spaltet nicht selten die Langschwelle.

Die jetzt dort verwendeten Profile sind nach dem System Rakeine & Johnson (Fig. 9 auf Tafel XLIII) unten mit zwei Rippen versehen; diese dienen gleichzeitig zur Befestigung der Schienen, indem Klammernägel in die seitlich eingebohrten Löcher greifen.

Die Befestigungsweise ist amerikanischen Ursprunges (Wiener Bauzeitung 1858) und hat zuerst Veranlassung zu dem jetzt mehr und mehr ausgebildeten Rippen- oder Schenkelprofil für Pferdebahnen gegeben, siehe später unter Paris, Hamburg, Breslau.

Die Langschwellen, 10×15 Centim., ruhen in Gussschuhen, durch welche sie auf die Querschwellen von 0m,15×0m,10×2m,45 befestigt werden. Die Schuhe haben 25×10 Centim. Grundfläche für die Mittelschwellen und für den Stoss der Langschwellen 25×15 Centim. Sie haben ein Gewicht von 7 bzw. 10½ Kilogr. pro Stück. Es bieten diese Schuhe eine solide Befestigung, erfordern aber viel Arbeit durch das Einpassen der Langschwellen, die nicht immer in gleicher Stärke geschnitten geliefert werden, oft sogar durch Beilagen ausgefüllt werden müssen. Das Gewicht dieser Schuhe beträgt 14—15 Kilogr. pro laufenden Meter Gleis. Es lässt sich aber durch die schmiedeeisernen Doppelwinkel, wie solche in Belgien angewendet

werden, s. Fig. 8—11 auf Tafel XLIV, das Gleiche, wenn nicht Besseres erreichen, und das Gewicht pro laufenden Meter Gleis auf 5—6 Kilogr. vermindern.

c. Edinburgh. Der Oberbau zu Edinburgh (Fig. 10 auf Tafel XLIII) ist fast der gleiche wie in London. Langschwellen ohne Querschwellen, die auf 15 Centimeter Concret, jedoch ohne Gussschuhe oder Stühle befestigt sind. Die beiden Langschwellen sind durch Zugstangen von hochkantigem Flacheisen 7×60^{mm} zusammengehalten, welche zwischen den Pflasterfugen in ca. $1^m,25$ Entfernung liegen. Am Stoss der Langschwellen sind dieselben in einen leichten Schuh gefasst. Die Befestigung der Schiene (sie geschieht von oben mit einem Zapfenschlüssel durch eine Schraube und untergelegte Bügelmutter) ist übrigens nicht zu empfehlen.

d. Liverpool. Der Oberbau zu Liverpool ist ähnlich dem von London, (Fig. 11 auf Tafel XLIII) und Edinburgh. Die Langschwellen sind ohne Gussschuhe, aber tiefer im Concret gebettet, als in den vorgenannten Städten, und mit kräftigen Flacheisen gegeneinander versteift. Schienen sind ähnlich den Londonern, aber etwas schwächer. Die Befestigung ist sehr mangelhaft blos durch Versenknägel bewirkt.

e. Pendleton. Das Profil, welches in Pendleton verwendet und in Fig. 12 auf Tafel XLIII dargestellt ist, bietet den Vortheil, dass die Last in der Mitte wirkt und diese gut vertheilt wird, da die Schiene durch die Rippe wirksam verstärkt ist. Schwächen des Profils sind die Art der Aufpassung auf die Langschwellen, woselbst sich in der Rinne leicht Faulnester bilden, sowie die grössere Eisenbreite im Strassenplanum und die trotzdem doch zu geringe Kopfbreite der Schiene. In das Pflaster an der Seite der Schiene fahren sich Rinnen, da die Spurrinne nicht geschlossen. Die Befestigung geschieht durch Schrauben; betreffend Schrauben siehe p. 306.

f. Birkenhead. Die Oberbauconstruction zu Birkenhead hat Lang- und Querschwellen, die durch nur einen grossen Winkel verbunden sind; diese Oberbauconstruction ist die zuerst von Amerika eingeführte (Fig. 13 auf Tafel XLIII); die Befestigung der Schiene ist aus schon früher angegebenen Gründen zu verwerfen, ebenso das Profil wegen mangelnder geschlossener Rinne.

g. Southport. In Southport besteht der Oberbau aus Lang- und Querschwellen. Die ersteren sind in die Querschwellen eingelassen, und geschieht die Verbindung beider mit Winkelklammern. Die Schiene (Fig. 14 auf Tafel XLIII) wird wie in Glasgow und Edinburgh mit Klammern von der Seite aus befestigt. Diese Klammerbefestigung ist für Schienen recht gut, da sich die Schiene, wenn die untere Spitze der Klammer etwas schräg eingetrieben wird, durch die Schlagrichtung des Hammers sehr fest auf die Schwelle ziehen lässt.

h. Berlin. Gleich den früheren nach England eingewanderten Systemen war auch das 1863 für Berlin-Charlottenburg angenommene mit Fehlern behaftet, die vor Allem darin bestehen, dass die Schiene zu leicht und niedrig für den auf der Linie Charlottenburg stattfindenden Verkehr war.

Es kamen bei dieser Bahn, wie aus Fig. 15 und 16 auf Tafel XLIII ersichtlich, zwei Schienenprofile zur Verwendung. Das Fig. 15 für Chaussée mit geflachter Rinne, damit die Chausséesteine sich nicht einklemmen können, Fig. 16 für Steinpflaster mit geschlossener Rinne. Im Uebrigen hat sich die Anordnung, Schwellenverbindung etc. als practisch und gut bewährt, mit Ausnahme der Nagelung, die in der Lauffläche erfolgte.

Jetzt sind fast sämmtliche Linien Berlins mit dem früher beschriebenen Profil gebaut (Fig. 17 auf Tafel XLIII). Der derzeitige Oberingenieur der Grossen Berliner Pferdebahngesellschaft, Herr Fischer-Dieck, lässt mit Rücksicht auf den star-

ken Verkehr sämmtliche Schienen von Stahl herstellen, die von den Bochumer Werken in vorzüglicher Qualität geliefert wurden. Die in neuester Zeit an der Schiene vorgenommene Aenderung, nach welcher dieselbe unten hohl gemacht wird (s. Fig. 17 auf Tafel XLIII), kann nicht als zweckmässig erachtet werden.

Auf p. 303 wurde nachgewiesen, wie sehr es darauf ankomme, die Auflagefläche der Schiene auf der Langschwelle zu vergrössern, hier aber wird dieselbe einer unbedeutenden Gewichtsverminderung zu lieb wesentlich verkleinert. Die Schiene liegt auf einer Langschwelle, diese wieder auf Querschwellen. Die Langschwellen 15×12 Centim. stark und $6^m,0$ bzw. $7^m,0$ lang, die Querschwellen 11×16 Centim. stark und 2^m lang. Beide sind durch grosse und kleine Gusswinkel verbunden. Die grossen Winkel sitzen aussen, am Langschwellenstoss auch innen, im Uebrigen aber die kleinen Winkel innen. In Curven werden nur grosse Winkel verwendet. Die Gewichte pro Winkel sind: 1,06 und 0,44 Kilogr.

Die Schienen werden mit Hakennägeln befestigt, die sich mit den Ohren in die Hohlkehle des ausgeklinkten Fusses aufsetzen, wohingegen die Nase zum Herausziehen des Nagels dient.

Diese Nagelung hat sich sehr gut bewährt, da die Schiene dadurch ausserordentlich fest gehalten wird.

An den Schienenstössen sind Unterlagsplatten $0^m,12 \times 0^m,28$ 8^{mm} stark mit seitlichen Leisten, zwischen welche die Schienenenden genau passen. Das Gewicht der Platte ist 2,40 Kilogr. Eine Concretunterlage ist nicht vorhanden. Die Lang- und Querschwellen werden mit dem vorhandenen Sandboden unterstopft; die Schwellentheilung ist aus Fig. 18 und 19 auf Tafel XLIII ersichtlich. Dieselbe wurde jeweilig beim Stoss der Langschwellen und Schienen kleiner genommen, als in der Mitte, um dem ganzen Oberbau eine annähernd gleichmässige Widerstandsfähigkeit zu geben. Da die Linien mit stark beladenen Zweispännern befahren werden, wurde die Schwellentheilung durchschnittlich nur $1^m,0$ genommen.

i. Hamburg. Die in Hamburg angelegten Bahnen waren die zweiten in Deutschland (1865) und sind nach denselben Zeichnungen wie in Berlin-Charlottenburg (s. Fig. 15 und 16 auf Tafel XLIII), jedoch mit etwas schwereren Schienen ausgeführt. Aber auch diese erwiesen sich noch als zu schwach. Bei der vorgenommenen Auswechselung wurden die Schienen Fig. 1 und 1a auf Tafel XLIV angewendet. Es entstand die etwas breitbockige Form der Schiene aus dem Umstand, dass bei der nothwendigen Schienenauswechselung der Holzunterbau noch gut war und liegen bleiben sollte; es musste das neue Profil mithin, da es eine Rippenschiene werden sollte, diese beiden Rippen nach Aussen greifen lassen. Durch diese Rücksichtnahme ist man auf das ziemlich bedeutende Gewicht von 26—27 Kilogramm pro laufenden Meter gekommen, je nachdem die Stahlblöcke vor dem Walzen noch unter dem Hammer bearbeitet oder nur gewalzt waren.

Diese seitlich angewalzten Rippen sollten ausser dem Zweck der Vergrösserung des Widerstandsmomentes auch noch für die Schienenstossverbindung eine geeignete Rippe bieten, über welche eine Lasche an beiden Seiten übergreift und die durch vier Schrauben gehalten werden sollten.

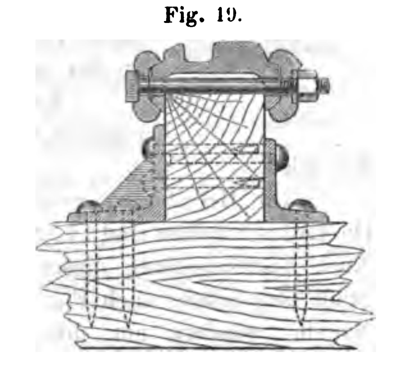
Diese Art der seitlichen Verlaschung (die Laschen sind 350^{mm} lang) hat den Nachtheil, dass die Pflastersteine auch wegen der Laschenschrauben ziemlich weit von der Schienenkante entfernt versetzt werden müssen.

Die Schienennagelung ist schräg wie die in Berlin, Hannover etc. Diese

könnte, da die Rippen vorhanden sind, vortheilhafter mit Klammernägeln (Fig. 21 auf Tafel XLIV) erfolgen.

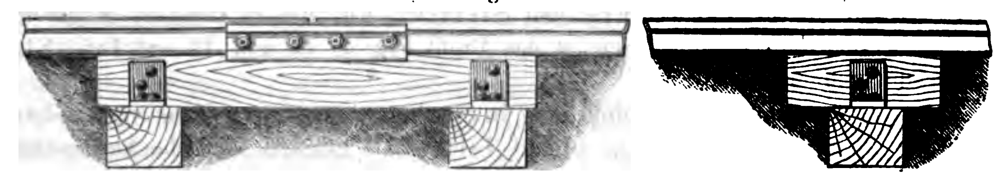
Mit den gleichen Schienen ist ein Versuch in Hamburg gemacht worden, dieselben, ähnlich dem Oberbau in Buenos Ayres, sind nur zeitweilig zu unterstützen, die Langschwelle somit fortfallen zu lassen. Der Schienenstoss ist durch ein längeres Stück à $0^m,84$ unterstützt, und haben die beiden Querschwellen zunächst dem Stoss eine Mittelentfernung von $0^m,60$. Die beiden Schienen sind durch die beiden an der Seite übergreifenden Laschen à $0,35^{mm}$ mit je vier Schrauben verschraubt. (Siehe die Figuren 19 und 20.)

Fig. 19.



Die Mittelquerschwellen liegen auf ca. $0^m,95$ Entfernung von Mitte zu Mitte. Die Schiene ist durch einzelne Abschnitte der Langschwellen à $0^m,27$ lang

Fig. 20.



unterstützt, so dass sich dieselben auf 0^m, 86 frei trägt.

Die diese Strecke befahrenden Wagen haben ein Eigengewicht von 3700 Kilogramm, und bieten Platz für 56 Personon.

Die Bahn wird jetzt 13 Monate betrieben; es fährt sich auf derselben äusserst angenehm, und haben sich Missstände irgend welcher Art bisher nicht gezeigt.

Um dem Pflaster einen guten seitlichen Halt zu geben, wird dasselbe. nachdem das Gleis vorher gut ausgerichtet und die Querschwellen satt unterstopft sind, erst zwischen die Schienen gesetzt, aber noch nicht gerammt, sodann die Schienen mit scharfem Kies oder Steinschlag fest unterstopft und dann die beiden Streckschichten gesetzt und gleich abgerammt und dann schliesslich auch das Gleispflaster abgerammt.

k. Leipzig. In Leipzig ist der Oberbau ähnlich dem in Wien, und wenn dort darauf hingewiesen wird, dass derselbe nicht nachahmenswerth, so gilt dieses in noch weit grösserem Maasse von Leipzig. Statt der in Wien angewendeten Schienen von ca. 19—20 Kilogramm pro laufenden Meter sind in Leipzig nur solche Laubat'sche Schienen, die ein Gewicht von ca. 14 Kilogramm haben, verwendet (Fig. 2 auf Tafel XLIV).

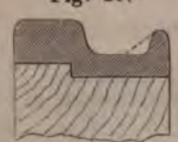
l. Dresden und Hannover. Hannover und Dresden haben den gleichen Oberbau wie der in Berlin (Fig. 17 auf Tafel XLIII). Der Nagel griff dort mit der Nase über den Schienenfuss. Die jetzige Nagelung gleich der zu Berlin und Danzig, ist wesentlich besser.

m. Danzig. Hier ist der gleiche Oberbau wie in Berlin. (Fig. 17 auf Tafel XLIII).

n. Frankfurt a. M. Der Oberbau zu Frankfurt a. M. war zuerst mit den Schienen, wie sie auch in Belgien verwendet waren, ausgeführt. Nach etwa vierjährigem Betrieb mussten nicht allein die sämmtlichen Schienen ausgewechselt werden, sondern es sah sich die Gesellschaft auch genöthigt, den ganzen Holzunterbau zu ver-

werfen und neu zu bauen. Das älteste Profil ist ca. 8 Centim. breit, bei einem Gewicht von 13,20 Kilogr. pro laufenden Meter. Gleich den in Belgien nach diesem Profil angelegten Bahnen findet auch hier ein starkes Streichen des Flantsches statt, da der Radflantsch auf neuen Schienen schon bei einer Querverschiebung (in der Richtung der Wagenachse) von 3^{mm} an der schrägen Innenfläche der Spurrinne streift (s. Fig. 21).

Fig. 21.



Es ruiniren sich hier Schiene und Rad gegenseitig, wobei zugleich eine höchst unangenehm schurrende Bewegung empfunden wird.

Die Befestigung geschieht durch Versenknägel oder versenkte Holzschrauben. Die Langschwellen sind 14 × 8 Centim. Die Querschwellen nahezu von gleichem Maasse. Nach Auswechselung dieser Schienen Fig. 8a und b auf Tafel XLIV wurde in der Stadt eine solche nach Fig. 3 auf Tafel XLIV verwendet, welche nicht mit kräftigen Nägeln, sondern nur mit Eisendrahtstiften 7^{mm} Breite bei 160^{mm} Länge befestigt wurde, so dass die Schienen vollkommen lose lagen. Dieses jetzt auch ausserhalb der Stadt verwendete Profil hat ein Gewicht von ungefähr 14,5 Kilogr.

o. Breslau, Magdeburg und Stettin. Für die in Breslau, Magdeburg und Stettin auszuführenden Bahnen ist das Profil Fig. 4, 4a und 4b auf Tafel XLIV in Aussicht genommen.

Das Schienenprofil ist ähnlich dem in Southport, Glasgow, Paris verwendeten. Es hat die an dem Flachprofil Fig. 17 auf Tafel XLIII gezeigte seitliche Ausbauchung der Lauffläche, damit der Pflasterstein etwas von der Schiene abgehalten wird und das Rad bei den seitlichen Verschiebungen nicht auf dem Pflaster läuft. Dieses hat sich in Berlin, Hannover etc. sehr gut bewährt, da selbst, wenn das Pflaster etwas höher, als die Oberkante der Schiene steht, das Rad dennoch frei geht. Die Nagelung erfolgt mit Klammernägeln in ca. $0^m,8$—$0^m,9$ Entfernung.

Die Curvenschienen Fig. 4^a sind nicht gegossen, sondern mit überhöhter Zwangschiene gewalzt, und werden auf der Hütte gleich gebogen, da, soweit irgend thunlich, der Normalradius à 50^m siehe p. 299 zur Verwendung kommt. Für die Aussenschienen sind Flachschienen Fig. 4^b gewählt, deren untere Form sich dem genauen Profil der Schwellen anschliesst, um ohne weitere Zwischenbauten die Curven- und Flachschienen verlegen zu können. Der Uebergang von Normal- auf Flachprofil wird durch einen einzulegenden Stahlkeil von ca. 40 Centim. Länge hergestellt.

Die kiefernen Langschwellen haben die Dimensionen 9,5×17 Centim. und sind $5^m,25$ und 7^m lang, die Querschwellen 15×12 Centim. und 2^m lang. Dieselben liegen mit Rücksicht auf das grosse Widerstandsmoment der Schienen auf $1^m,75$ Entfernung von Mitte zu Mitte.

Die Lang- und Querschwellenverbindungen sind durch Winkel aus Walzeisen hergestellt, da Gusseisen mehr zu Bruch geht.

p. Wiesbaden. Die Bahnanlage in Wiesbaden ist genau nach den Zeichnungen für Berlin, Danzig etc. copirt, siehe Fig. 17 auf Tafel XLIII.

q. München. Es wurde unter § 4 Holzschnitt Fig. 13 p. 304 bereits darauf hingewiesen, dass man, um das seitliche Verdrücken der Schiene zu vermeiden, dieselbe auch durch Verstärkungen nach unten zu kräftigen bestrebt war.

Diese Rücksichtsnahme hat auch beim Oberbau für München Anwendung gefunden, wie Fig. 5 auf Tafel XLIV zeigt. Das Gewicht der Schienen ist 19,10 Kilogramm. An den Stössen werden, wie punktirt angegeben, Stossunterlagen aus Guss 120^{mm} lang, im Gewicht von 1,90 Kilogr. pro Stück angebracht. Die Befestigung ge-

schieht an den seitlich hierfür angewalzten Füssen, die in Entfernungen von ca. 0m,80 ausgeklinkt sind, in welche die Schienenbefestigungsplatten à 0,10 Kilogr. passen, die mit den beiden Nägeln angeschlagen werden.

Diese Nägel, wie auch die Winkelnägel, sind nicht, wie bereits bei anderen Constructionen angegeben, geschärft, sondern gespitzt, was zur Folge hatte, dass fast sämmtliche Eichen-Lang- und Querschwellen bei der Winkelverbindung, sowie auch an den Stellen, wo die Schienenbefestigungsplatten angeschlagen wurden, aufspalteten. Derartige Nägel müssen immer geschärft sein, um die Holzfaser abzuschneiden. Gleich fehlerhafte Nägel finden sich jedoch fast allgemein in Belgien und auch in Holland.

Die eichenen Langschwellen sind 9×17 Centim., die eichenen und kiefernen Querschwellen 8×10 Centim. stark. Dieselben liegen in Entfernungen von 1m,50 von Mitte zu Mitte.

Wenngleich durch derartige Einschränkungen der Holzmaasse die Anlagekosten verringert werden, so dürfte bei den vorliegenden Querschwellen, da auch kieferne Schwellen verwendet wurden, doch das Maass des Erlaubten unterschritten sein. Man schädigt sich hierdurch selbst am meisten, da diese schwachen dünnen Hölzer der Fäulniss zu wenig widerstehen und somit die Nothwendigkeit der Schwellenauswechselung sich um einige Jahre früher herausstellt.

r. Bremen. Der Oberbau in Bremen ist aus Lang- und Querschwellen hergestellt, erstere 10×16 Centim., letztere 15×12 Centim. stark. Die Querschwellen liegen in Entfernungen von 1m,5 von Mitte zu Mitte. Die Schienen à 6m lang, sind auf diese Länge mit sechs sehr leichten Versenknägeln à 10mm Durchmesser und 11 Centimeter Länge genagelt. An den Schienenstössen sind Unterlagsplatten 100mm breit, 10mm stark und 470mm lang untergelegt.

In den Curven sind auf der Innenseite die Normalschienen Fig. 20 auf Tafel XLIV ohne jedwede Zwangschiene verwendet, auf der Aussenseite Flachschiene. Bei den die Bahn befahrenden Wagen sassen die Räder fest auf den Achsen und fuhren sich die Curven daher äusserst schlecht, so dass fortwährende Entgleisungen stattfanden. Jetzt sind Curvenschienen mit Ueberhöhung angewendet.

s. Brüssel. In Brüssel sind die Bahnen fast durchgängig doppelgleisig, und sämmtliche Linien haben Holzoberbau. Die daselbst üblichen Profile haben wir theilweise schon unter Frankfurt gefunden, und sind diese auch noch in Haag, Antwerpen und Gent verwendet. Sie rangiren alle unter die unvortheilhaft construirten Profile mit Ausnahme des Fig. 6 auf Tafel XLIV.

Das sogenannte Halbmondprofil (Fig. 7 auf Tafel XLIV), welches vielfach in Brüssel in den Vorstädten verlegt ist, hat den Vortheil, dass die Last vollkommen auf die Mitte der Schwelle übertragen wird, dagegen den Nachtheil, dass es keine geschlossene und selbstständige Spurrinne hat; dieselbe wird vielmehr nur dadurch gebildet, dass ein Steinschorf zwischen Schwelle und Pflaster gelegt wird. Diese Profile brauchen nicht durch Bahnwärter gereinigt zu werden, da der Flantsch des Rades den Koth an der Schwelle hinunterdrückt; die Schiene wird übrigens auf der Langschwelle (8×14 Centim.) leicht lose, da das gewöhnliche Lastfuhrwerk einen einseitigen Druck auf dieselbe beim Befahren ausübt. Die Befestigung der Schienen geschieht mit versenkten Schrauben. Für Anlagen, die ihren eigenen Bahnkörper haben, der also nicht durch Strassenfuhrwerk befahren wird, dürfte sich das Profil wohl seiner Leichtigkeit und Tragfähigkeit wegen empfehlen, wenn die Befestigung seitlich angebracht wird. Das Gewicht ist zwischen 12,5 und 15 Kilogr. pro laufenden Meter.

Bei den Stössen kommen Gussunterlagen von 15 Centim. Länge zur Verwendung. In Curven wird das Profil Fig. 8 auf Tafel XLIV in Verbindung mit den Flachschienen Fig. 9 auf Tafel XLIV verwendet, auf welch' letzerem der Flantsch aufläuft, während der Wagen durch die überhöhte Zwangschiene geführt wird.

Die sämmtlichen Brüsseler Profile, ausgenommen das Fig. 6, sind in der Lauffläche oder im Grunde durchbohrt und mit versenkten Nägeln oder Holzschrauben befestigt.

Wie schon unter dem Oberbau zu Glasgow mitgetheilt, sind in Brüssel zur Verbindung der Lang- und Querschwellen Schwellenwinkel aus Blech angewendet. Diese bieten ihrer grossen Basis und der Art ihrer Befestigung wegen ein solideres Verbandmittel der Lang- und Querschwellen, als die früher besprochenen Winkel, da die Nägel beim Kanten der Langschwelle nicht herausgezogen, sondern abgescheert werden müssen. Dagegen ist das Anschlagen beschwerlich, da die Schwelle in den Winkelschlitz eingepasst werden muss (siehe Fig. 8 — 11 Tafel XLIV).

t. Amsterdam. In Amsterdam ist der Oberbau mit Lang- und Querschwellen von den Dimensionen 10×19 Centim. und 18×12 Centim., $2^m,12$ lang hergestellt.

Die Schienen, Fig. 12 und 13 Tafel XLIV, sind mit Holzschrauben mit sechskantigen Köpfen befestigt (auf Schienenlänge von $5^1/_2{}^m$ 8 Schrauben), die Schienen sind an beiden Seiten symmetrisch, um eventuell umgewechselt zu werden, und haben, um keine zu grosse Gesammtbreite zu bekommen, nur eine Kopfbreite von 35^{mm}.

Diese wird je in Abständen von $1^m,80$ für die Schrauben ausgefraist, wie angegeben. Es bleibt dort alsdann nur noch 10^{mm} Schienenkopfbreite, wozu jedoch noch der Querschnitt des Schraubenkopfes als Tragfläche kommt. Die Bahn ist im Laufe des Sommers 1875 eröffnet.

Mehr noch, als bei früher besprochenen Profilen ist bei diesem eine Verdrückung der Lauffläche der Schienenköpfe zu fürchten, zumal die Kopfbreite der Schienen nur 35^{mm} ist, gegenüber der fast allgemein üblichen Breite von 44 — 45^{mm}. Das Gewicht ist circa 17,20 Kilogr. pro laufenden Meter Schiene.

Das Brüsseler Halbmondprofil ist auch vor der Stadt verwendet, die Langschwellen hierfür sind 18 × 8 Centim. stark.

u. Haag. Die Linie Haag-Scheveningen ist 1863 erbaut und hat Lang- und Querschwellen. Der Oberbau sieht recht dürftig aus. Es findet sich daselbst eine ganze Musterkarte von Schienenprofilen, Fig. 15 u. 16 Taf. XLIV, sowie die Brüsseler Profile Fig. 7—10 Tafel XLIV. Auf der einen Linie sind allein sieben verschiedene Schienenprofile in Breite von 80 — 130^{mm} und im Gewicht von 11,75—27,50 Kilogr. Ohne Uebergangsschienen stossen sich Schienen von 30 und 60^{mm} Lauffläche. Die Befestigung geschieht durch versenkte Holzschrauben, sowie am Stoss durch ganz durchgehende Mutterschrauben, die Schienennägel (17 × 17 × 185^{mm}) für die Curven sind unbedingt zu stark.

v. Antwerpen. Das in Antwerpen verwendete Profil ist Fig. 17 Tafel XLIV wie in Haag. Der Oberbau ist der gleiche wie hier, Lang- und Querschwellen (siehe auch unter eiserner Oberbau »Antwerpen«).

w. Gent. Der Oberbau in Gent ist mit Schienen nach dem Halbmondprofil (Fig. 7 Tafel XLIV) gebaut. Die Lang- und Querschwellen sind mit Blechwinkeln (Fig. 8 Tafel XLIV) wie in Brüssel verbunden. Curven sind mit Gruben und Flachschienen hergestellt.

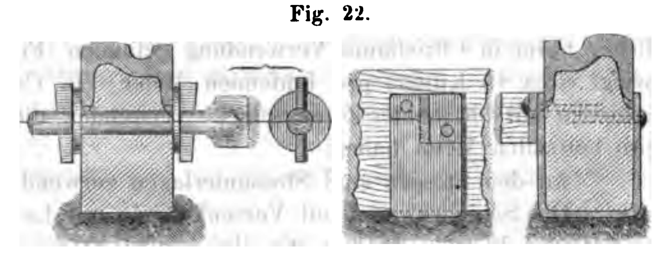
x. Lüttich. Die Bahnanlage in Lüttich ist mit Schienen (Fig. 14 Tafel XLIV) verlegt. Langschwellen 17 × 11 Centim., Querschwellen = 0,13 × 0,15 × 2,0 Meter.

Schienen mit versenkten Holzschrauben (auf 7m 10 Stück) in der Grube befestigt. Die Gleise werden gleichzeitig von der dortigen Locomotivfabrik für den Transport ihrer Locomotiven benutzt; es sind in Folge dessen die Schienen (22,25 Kilogr. pro laufenden Meter), Herz- und Weichenstücke etc. alle sehr schwer und stark construirt.

y. Paris. In Paris sind erst nach 1872 grössere Pferdebahnanlagen gemacht worden und sind sämmtlich nach dem System Larsen hergestellt. Der Oberbau besteht aus Eichenquer-, 10×15, und Langschwellen, 9×15, die durch Winkel, welche von gewalztem Winkeleisen geschnitten, verbunden werden. Die Schwellen sind imprägnirt. Die Schienenbefestigung geschieht durch Klammernägel.

Auf Anordnung der Behörden sind daselbst längere Strecken versuchsweise ohne Querschwellen gelegt. Die beiden Langschwellen sind, um dieselben in der richtigen Entfernung von einander zu halten, mit eisernen Verbindungsstangen von circa $2^1/_2$—3m in angegebener Weise verbunden. Durch diese Anordnung soll bezweckt werden, dass das Strassenpflaster gleichmässiger wird. Wie aus dem Profil (Fig. 22) ersichtlich, hat dasselbe nach seiner ersten Verwendung in Glasgow und Southport p. 308 u. 309 noch wesentliche Aenderungen erlitten, wodurch es dem vom Verfasser vorgeschlagenen umconstruirten Laubat'schen Profil (Fig. 25 p. 317) sehr ähnlich wird, oder das Halbmondprofil (Brüssel) mit geschlossener Rinne ist.

Fig. 22.



z. Nanzig. Die in Nanzig verwendeten Profile sind die gleichen wie die in Frankfurt, Antwerpen etc. (Fig. 17 Tafel XLIV).

aa. Genf. Der Oberbau der Linie Genf-Carouge hat Lang- und Querschwellen, die Schiene hat ungefähr ein Gewicht von 15 Kilogr. pro laufenden Meter. (Fig. 18 auf Tafel XLIV.) Die Befestigung geschieht von der Seite durch Nägel mit versenktem Kopf, die schräg eingeschlagen werden. Die Köpfe stehen lang vor, um die Nägel wieder herausziehen zu können.

Genf-Chêne ist unter den Anlagen mit Ausweichung behandelt. Beide Anlagen werden jetzt nach dem Oberbausystem Lille (Fig. 12 Tafel XLV) umgebaut.

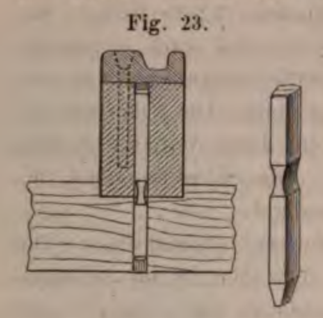
bb. Madrid und Barcelona. Der Oberbau in Madrid und Barcelona ist mit Lang- und Querschwellen, jede von der Dimension 10×15 Centim. hergestellt. Die Spurweite ist daselbst nur 1m,24. Das Schienengewicht (Fig. 26 Tafel XLIV) ist circa 19,56 Kilogr. pro laufenden Meter. Die Querschwellen sind 1m,9 lang und liegen circa 1m,5 von einander entfernt. Sie sind mit den Langschwellen durch Gusswinkel, die in Madrid nur an der Aussenseite, in Barcelona aussen und innen angebracht werden, und durch Mutterschrauben verbunden. Die Schienenbefestigung geschieht durch versenkte Nägel.

cc. Kopenhagen. Die ersten Bahnanlagen in Kopenhagen wurden 1862 gebaut und haben sich seitdem zu einem sehr ausgebreiteten Netz entwickelt. Der Oberbau ist allgemein durch Lang- und Querschwellen hergestellt.

Das daselbst ursprünglich verwendete Profil ist durch Fig. 21 Tafel XLIV dargestellt. Jetzt sind indess fast ausschliesslich die Schienen Fig. 22 u. 23 Tafel XLIV in Gebrauch, und die Schiene Fig. 21 ist verlassen. In Curven liegt die Schiene Fig. 22. Aussen- und Innen-Schienen mit überhöhter Zwangschiene sind daselbst nicht verwendet, da sämmtliche Wagen Räder mit beweglichen Achsen (System Rowans,

Randers) haben. Die Nagelung geschieht durch Versenknägel in der Lauffläche und im Grund. Die Stösse liegen auf Unterlagplatten 6—8^{mm} stark und sind bei der Schiene Fig. 21 dadurch noch versichert, dass ein halbrund gewalzter Eisenstab von 30—40 Centim. Länge in die Höhlung der Schiene gelegt wird, wodurch das Versetzen der voreinanderstehenden Schienen vermieden wird.

Fig. 23.



Die Lang- und Querschwellen wurden bei den ersten Linien in Kopenhagen mit einem durchgehenden Holznagel befestigt (Fig. 23), welche Verbindungsart von New York und Philadelphia angenommen war; dieselbe ist jetzt in Europa verlassen.

dd. Christiania. Das schon p. 304 angeführte Profil Fig. 14 hat in ähnlicher Form in Christiania Verwendung gefunden (Fig. 30 Tafel XLIV). Die Schiene wiegt circa 15 Kilogr. pro laufenden Meter. In Curven sind gewöhnliche Curvenschienen mit überhöhter Zwangschiene verwendet, die ein Gewicht von circa 25 Kilogr. pro laufenden Meter haben.

An den Stössen sind Stossunterlagen verwendet.

Die Schienen sind mit Versenknägeln auf Langschwellen von 105×160^{mm} befestigt, und diese durch Querschwellen von 80×160—190^{mm} Querschnitt in Entfernungen von 1^{m},60 unterstützt.

Lang- und Querschwellen sind durch Winkel mit einander verbunden.

Auf die Vor- und Nachtheile dieser Construction wurde p. 304 hingewiesen.

ee. Stockholm. Der projectirte Oberbau in Stockholm hat Lang- und Querschwellen 10×16 Centim. stark und circa 12×15 Centim. breit, wovon letztere 1^{m},9 lang sind. Die Schwellen sind durch grosse und kleine Winkel ähnlich wie in Berlin zusammengesetzt, die Schiene (Fig. 25 Tafel XLIV), circa 24 Kilogr. schwer, ist mit Klammernägeln befestigt.

ff. Petersburg. Der Oberbau in Petersburg (Fig. 27 Tafel XLIV) hat Lang- und Querschwellen von den Dimensionen 16×13 Ctm. und 10×20 Ctm.×2^{m},13. Dieselben liegen in Entfernungen von ungefähr 0^{m},90. Abgesehen davon, dass die Form der Langschwellen für die Tragfähigkeit eine verschwenderische ist, sind auch die Dimensionen sowohl der Lang- wie der Querschwellen zu stark, die Querschwellenentfernung ist bei den angegebenen Dimensionen zu gering, die Schiene, pro laufenden Meter circa 15,33 Kilogr. wiegend, ist unvortheilhaft construirt, da die Lauffläche ähnlich wie bei der Philadelphiaschiene zu stark vortritt und ein Ausbiegen des Strassenfuhrwerks erschwert (siehe auch Organ 1873 p. 107).

gg. Ofen und Pest. In Ofen und Pest wurde ebenfalls mit Lang- und Querschwellen gebaut. Die in der Stadt verwendete Schiene (Fig. 19 Tafel XLIV) hat ein Gewicht von 24 Kilogr. pro laufenden Meter. Vor der Stadt sind Vignolesschienen verwendet.

System Bazaine. Bazaine construirte das Profil (Fig. 28 Tafel XLIV), um den Nachtheilen des Laubat'schen Profiles (seiner Ansicht nach zu schmale Spurrinne = 30^{mm}) zu begegnen. Die meisten Profile haben jedoch nur dieselbe Breite, die vollkommen genügt, selbst für Curven bis zu 30^{m}. Die Bazaine'sche Schiene hat entschieden zu geringe Kopffläche, und auch die als Vortheil bezeichnete Auflage (in der Hohlkehle bilden sich Wassersäcke und Faulnester) kann als solcher

t anerkannt werden. Die Fig. 28 zeigt zur Hälfte die Construction für Pflaster, Hälfte dieselbe für .Chaussee.

hh. Wien. Die Wiener Tramwaygesellschaft hat für ihre Bahnen das ıbat'sche Profil (Fig. 29 Tafel XLIV) verwendet, dem man übrigens auch an ›ren Orten weit öfters begegnet, als es verdient.

Obwohl das Profil ein wesentlich grösseres Widerstandsmoment als andere von ›hem Flächeninhalt hat, ist die Form keine günstige, weil die auf p. 304 genannte ısicht hier ganz vernachlässigt ist und die Schiene in Folge dessen stärker kantet, jede andere. Die Schiene wiegt 16 — 20 Kilogr. pro laufenden Meter; hat aber tsdestoweniger nur eine geringe Auflage-, Kopf- und Spurrinnenbreite.

Um das p. 304 angegebene Kanten zu vermeiden, hat man in neuerer Zeit fsconstructionen versucht, wie solche schon auf amerikanischen Linien im Jahre 1858 eführt waren (siehe Wiener Bauzeitung 1858 p. 61).

Es sind dieses sogenannte Sättel, die unter die Schienen gelegt werden, deren rkante sich dem vorhandenen Schienenprofil anschliesst, während der untere Theil ie Langschwelle so tief eingelassen ist, dass zwischen den Sätteln die Schiene ı auf der Langschwelle liegt.

Fig. 24.



Die Sättel sind wie nebenstehend Fig. 24 geformt, circa -20 Centim. lang.

Je näher aneinander dieselben gesetzt werden, um so wirk- ɜr werden diese Sättel gegen das Kanten sein, je mehr wür- aber auch die Langschwellen geschwächt und unter diesen eln noch mehr Faulnester bekommen.

Durch die Sättel wird das Laubat'sche Profil ein Mittel- : zwischen den Anordnungen mit continuirlicher und unterbro- ːer Unterstützung, insofern zwischen den festen Eisenstützpunkten weichere Holz liegt.

Fig. 25.



Trotz alledem muss das Laubat'sche Profil als verwerflich ichnet werden (vergl. Polytech. Zeitschrift 1874 p. 461, welche ganze Wiener Anlage als »in keinem Theile nachahmenswerth« ichnet; desgleichen Allgemeine Bauzeitung 1858 p. 61, Polyt. ung 1875 p. 413, woselbst die Dauer der Langschwellen auf $2^1/_2$ bis 4 Jahre angegeben (!), eine Folge der schlechten Auf- und Nagelung).

Berücksichtigt man das durch die Sättel vermehrte Eisen- icht pro laufenden Meter Gleis, was allerdings nicht jedesmal : mit der Schiene ausgewechselt zu werden braucht, da die ıge des Schienenfusses symmetrisch, die Platten also gedreht werden können, so llt, dass mit diesem vermehrten Gewicht auch eine wesentlich günstigere Schienen- ı construirt werden kann, wobei gleichzeitig Acht darauf zu geben wäre, dass die chmale und dadurch unvortheilhafte Lauffläche verbreitert würde.

Diese Betrachtungen führen also darauf, das Laubat'sche System wie vor- end (Fig. 25) zu construiren. Durch die Höhe der Schenkel A kann man dem il ein noch grösseres Widerstandsmoment geben als bisher, was den speciellen heil hat, dass die Last auf eine grössere Länge der Schwelle vertheilt wird. Die stigung dieser Schiene hätte durch Klammernägel zu geschehen (Wiener Bauzeit.) p. 61), wie früher schon in Amerika und noch jetzt in England, Frankreich und

Nichtsdestoweniger ist ihr Gewicht nicht erheblich grösser als andere moderne Constructionen.

Das Gewicht der bisher betrachteten Profile schwankt zwischen 15 bis 25 Kilogr. pro laufenden Meter (New York 28 bis 44 Kilogr.). Das Durchschnittsgewicht ist also circa 20 Kilogr. pro laufenden Meter.

Bei der Büsing'schen Schiene wiegt der laufende Meter:

Schienenkopf circa	10,30 Kilogr.
Schienenträger circa . . .	12,65 -
zusammen rund	23,00 Kilogr.

Es wird also das Mittelgewicht um 3 Kilogr. überschritten.

Bei der ersten Erneuerung der Schienen (das ist nach 6 bis 8 Jahren) ist aber nur die Hälfte des sonst zu ergänzenden Gewichtes auszuwechseln.

Die Herstellungskosten dieses Oberbaues berechnen sich, wie folgt:

Bedarf für 6 laufende Meter Gleis.

Gegenstand	Gewicht	Preis pro 100 Kilogr.	Betrag	
	Kilogr.	Mk.	Mk.	Pf.
Schienenkopf 2 × 6 × 10,30	123,54	20	24	71
Schienenträger 2 × 6 × 12,72	152,64	18	27	47
2 Unterlagplatten à 10 Pf.	—	—	—	20
12 Schellen mit Keilnägeln	—	—	2	40
12 Holzschrauben	—	—	1	—
12 grosse Winkel	9,62	—	—	—
6 kleine Winkel	2,27	—	—	—
	11,89	26,8	3	19
70 Nägel zu Winkel und Träger à 3 Pf.	—	—	2	10
2 Langschwellen 0,09 × 0,14 × 6 × 2	01512	—	—	—
4 Querschwellen 0,15 × 0,12 × 2 × 4	01440	—	—	—
	02952	50	14	76
Profiliren der Langschwellen und zur Abrundung	—	—	1	17
		zusammen	77	—
		oder pro laufenden Meter	12,82 Mk.	

Die Herstellungskosten des neuesten Systems der grossen Berliner Pferdebahn (siehe p. 309 und Fig. 17 Tafel XLIII) betragen exclusive Legen und Transportkosten zur Zeit:

Für 6 laufende Meter Gleis:

Gegenstand	Gewicht	Preis pro 100 Kilogr.	Betrag	
	Kilogr.	Mk.	Mk.	Pf.
Schienen 6 × 17,75 × 2	213	20	42	60
2 Unterlagplatten à $2^1/_2$ Kilogr.	5	28,6	1	43
Winkel, grosse, 14 Stück à 1,09 . . .	15,26	—	—	—
Winkel, kleine, 10 Stück à 0,44 . . .	4,40	—	—	—
	19,66	26,8	5	27

Transport	19,66	26,8	5	27
Winkelnägel 76 Stück à 3 Pf.	—	—	2	28
Schienennägel 32 Stück à 8 Pf. . . .	—	—	2	56
2 Langschwellen 0,11 × 0,16 × 2 × 6 .	02112	—	—	—
6 Querschwellen 0,12 × 0,15 × 2 × 6 .	02160	—	—	—
	04272	50	21	36
zusammen			75	50
oder pro laufenden Meter			12,	58 Mk.

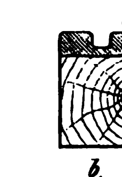
Dies ergiebt eine Differenz in den Herstellungskosten von Mk. 0.25 pro laufenden Meter, mithin pro Kilometer 250 Mk. Diese geringen Mehrkosten bei der ersten Anlage stehen in keinem Verhältniss zu den Ersparnissen, welche bei der ersten Auswechselung eintreten. Die Befestigung des Schienenträgers geschieht in angegebener Weise durch die Nägel *f*. Die Büsing'sche Schiene kann übrigens eben so gut wie auf Holz auch auf Concretlangschwellen gelegt werden (siehe Fig. 8 und 9), welche dann ähnlich dem sub Glasgow System Pages zu bemessen wäre (siehe Fig. 4 Tafel XLVI).

§ 7. Specielles über das Schwellenholz. — Bei allen Holzschwellen ist darauf zu achten, dass langsam gewachsenes Holz (beste pinus sylvestris oder Eichen) verwendet wird.

Fig. 26.





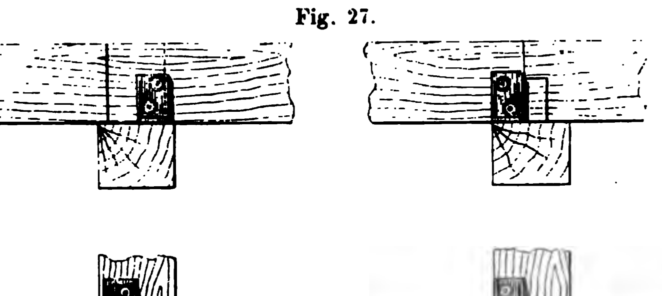


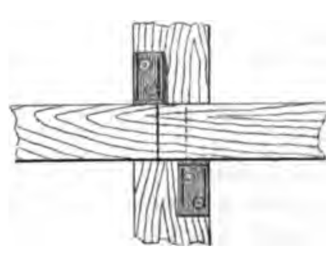
Zu den Langschwellen muss mindestens Kreuzholz genommen werden, wie bei *a* und a_1, Fig. 26, und nicht wie bei *b* und b_1, wo die Jahresringe beinahe tangential belastet sind, beziehungsweise wo der Splint einen schlechten Widerstand leistet und das Kanten beschleunigt.

Selbstredend gilt dieses auch dann, wenn Schenkelprofile verwendet werden.

Die Länge der Schwellen wird gleich der Länge der Schienen (6 – 7m) genommen, damit der Stoss der Schienen gegen den der letzteren überall gleich viel versetzt bleibt. Die Höhe der Schwellen ist so zu nehmen, dass unter dem Pflaster über den Querschwellen noch ein Kiesbett von circa 4—6 Centimeter bleibt, also Höhe incl. der der Schiene ca. 18—20 Centimeter. Die Breite der Langschwellen richtet sich nach der Schienenbreite. Es empfiehlt sich jedoch, selbst auch wenn, wie in Brüssel, Antwerpen, Frankfurt a/M., Schienen von nur 8 Centim. Breite verwendet werden sollen (was nicht zu empfehlen), dem Holz wenigstens eine um 15mm grössere Breite zu geben, um der Zerstörung durch Fäulniss länger begegnen

Fig. 27.





zu können, um nicht fortwährend das Pflaster herausnehmen und die Schwellen auswechseln zu müssen. Gleiches gilt von den Querschwellen.

Praktische Dimensionen für Langschwellen sind 10 × 16 — 17 Centim., je nach der Höhe der Schiene, für Querschwellen 15 × 12 Centim.

In Berlin verwarfen die Behörden die Anwendung von Querschwellen, welche nur 10 × 15 Centimeter stark werden sollten, und forderten, der grösseren Dauerhaftigkeit wegen, Schwellen von 12 × 15 Centim.

Dass man in Holland und Belgien den Breiten der Schwellen von 8 Centimeter so häufig begegnet, hat seinen Hauptgrund darin, dass das schwedische Holz als Bohlen in diesen Stärken in den Handel kommt (als stärkstes) und dass dort dasselbe daher billig ist.

Eichenschwellen können schwächer genommen werden.

Der Langschwellenstoss wird entweder geschrägt oder geblattet, wie in Fig. 27 angegeben.

§ 8. Eisen-Oberbau für Wagen, welche das Gleis nicht verlassen können, mit continuirlich unterstützten Schienen. — Schon beim Holzoberbau wurde erwähnt, dass die Vergänglichkeit desselben ein grosser Uebelstand ist; und zwar ist dieser bei den Strassenbahnen von weit grösserer Bedeutung, als bei den Locomotivbahnen, da er vor Allem Veranlassung zu endlosen Pflasterreparaturen wird.

Aber auch an und für sich befindet sich der Oberbau einer Strassenbahn hinsichtlich der Dauer in weit ungünstigeren Verhältnissen, als der einer Locomotivbahn, da die Entwässerung des Planums bei letzterer wesentlich besser und leichter hergestellt werden kann, als bei ersterer.

Dagegen sind die Nachtheile des Eisenoberbaues — der Mangel an Elasticität — hier bei weitem nicht so störend als bei Locomotivbahnen, da man es mit weit geringeren Massen und Geschwindigkeiten zu thun hat; ja diese bei Locomotivbahnen so fühlbaren Nachtheile lassen sich bei Pferdebahnen sogar vollständig beseitigen.

Jedermann, der eine bessere Bahn mit Eisenoberbau — wie z. B. in Stuttgart, Lille — befahren hat, wird zugeben, dass dieselbe dem Passagier durchaus keine unangenehmeren Empfindungen bereitet, als eine solche mit Holzoberbau.

Die Wagen zeigen bei guter Federung durchaus keine aussergewöhnliche Abnutzung, wenn sie Eisenoberbau befahren, jedenfalls nicht jene Wagen, bei welchen zwischen Achshalter und Langträger noch eine starke Gummiplatte liegt.

Um aber den Oberbau selbst vor schädlichen Prellschlägen zu schützen — oder vielmehr das Aufeinanderprallen der einzelnen Theile, welches die Verbindungen lockert, zu verhüten, genügt es vollständig, wenn man an den betreffenden Stellen Zwischenlagen aus Asphaltfilz oder Asphaltpappe anordnet.

Diese Umstände, ganz besonders aber die Eingangs erwähnten Reparaturen, die in lebhaften Strassen zu einer wahren Belästigung des Publikums und einem Krebsschaden der Bahnbesitzer werden, führen zu dem, was man in England mit Hülfe der kostspieligen, schweren Concretunterlagen erreichen wollte: *zu einem möglichst starren Oberbau.*

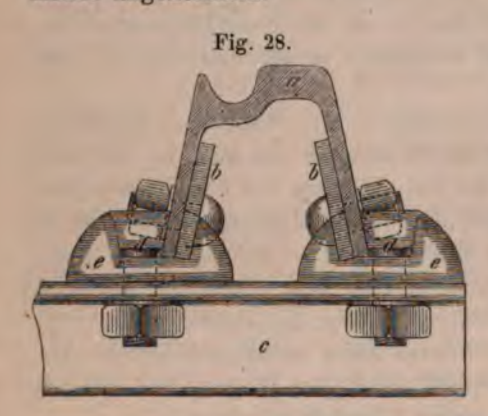
a) *Philadelphia.* System Beer. Den ersten Versuch, einen eisernen Oberbau für Strassenbahnen einzuführen, machte der Ingenieur *Beer* in Philadelphia mit Schienen aus Gusseisen, nach Profil Fig. 1 u. 2 auf Tafel XLV, in einem Gewicht von 35,5 bis 40,0 Kilogr. pro laufenden Meter. Die Köpfe wurden hart gegossen, die Basis direct mit Steinschlag unterstopft. Die Schienen sind an den Stössen mit Laschen verbunden und in der Mitte durch Anker auf die richtige Spurweite gehalten.

Diese Construction, oder vielmehr das Material derselben hat sich in kälteren Climaten nicht bewährt, da ausserordentlich viele Schienenbrüche vorkamen, die Bahn mithin fortwährenden Reparaturen unterworfen war. Ein neuer Versuch mit ähnlicher Schienenform (siehe Antwerpen Fig. 14 auf Tafel XLV) aus Walzeisen ist jetzt von Ingenieur Dufrane gemacht worden. Das Profil dieser Schiene empfiehlt sich indess auch nicht, wegen des grossen auszuwechselnden Gewichtes und der fehlenden geschlossenen Spurrinne. Unter Stuttgart soll auch auf die sonstigen Mängel ähnlicher Profile eingegangen werden, da an diesem Orte wohl die kostspieligsten Erfahrungen über nicht geschlossene Rinnen gemacht worden sind.

b) Edinburgh. Thomas Scott hat für Edinburgh das Profil einer Schiene (Fig. 3 auf Tafel XLV) entworfen, welche in einem Stück aus Eisen gewalzt ist. Das Gewicht ist circa 34 bis 35 Kilogr. pro laufenden Meter. Diese Schiene kann entweder auf Concret-Langschwellen, Querschwellen, oder direct auf Steinschlag und Kies verlegt und unterstopft werden.

Auch dieses Profil enthält sehr viel Eisen, wenngleich es sonst nicht zu verkennende Vortheile bietet. Schwächen desselben sind, dass man den Hohlraum der Schiene sehr schlecht stopfen kann, was geschehen muss, da sonst die anschliessenden Steine den Kies unter sich fortdrücken, und somit das Pflaster selbst sinken würde. Wie bei dem vorgenannten System sind auch hier zwischen den Schienen Schlaudern und Anker angenommen.

Fig. 28.



Eine diesem Profil nachgebildete Schiene ist die von Demerbe in Belgien patentirte (s. nebenstehende Fig. 28).

Die Schiene a hat ein ungefähres Gewicht von 42,00 Kilogr. pro laufenden Meter. Dieselbe ist durch ∟-Eisen c in je 4 Meter Mittelentfernung unterstützt und verbunden. Auf die Unterstützungen sind die Gussblöcke e aufgesetzt, die an beiden Seiten nach unten verjüngte Aussparungen haben, in welche die Schienenschenkel mittelst der Schrauben d fest eingezwängt werden. Durch die Stärke dieser Unterlagböcke wird zugleich die nöthige Höhe für das Pflaster über Querschwellenoberkante hergestellt. Die Schienen sind an den Stössen vermittelst der Laschen b von Flacheisen 8×100^{mm} und 29 Centim. lang durch 4 Schrauben verbunden.

c) Bombay. System Cross und Larsen. Für die Bahnanlage in Bombay haben die Ingenieure Cross und Larsen einen ähnlichen Gussträger (Fig. 4 auf Tafel XLV) angewandt, wie solcher von Dawson für Madras entworfen wurde.

Die Unterschiede liegen in der Art der Befestigung der Schiene und darin, dass Dawson seine Schienenträger sich von Meter zu Meter bockartig erweitern lässt, wohingegen Cross und Larsen die mit zwei kleinen Rippen über den Trägerkopf greifenden Schienen durch eine versenkte Mutterschraube befestigen. (Engineering 1871, V. 32, p. 363, Organ 1872, p. 245.)

d) Madras. System Dawson. Dawson giebt den Schienen für Madras seitlich je eine Rippe, über welche er die Knaggen des Gusseisenlangträgers greifen lässt. (Siehe Fig. 5 auf Tafel XLV.)

Beim Verlegen der Schienen, werden dieselben der Länge nach auf die Träger unter die Knaggen geschoben und mit den Trägern verlegt und unterstopft. Soll eine Schiene ausgewechselt werden, so wird dieselbe mittelst Brechstange hoch gehoben (wobei der Träger mit gehoben wird) und dann über die anstossende Schiene der Länge nach herausgezogen. In gleicher Weise wird die neue Schiene hineingeschoben. Da sich der Gusslangträger mitheben muss, so müssen Schienen und Träger-Stoss fast immer dicht bei einander liegen, was zu vermeiden ist. Zwischen Schiene und Schienenträger ist ein Streifen Asphaltfilz gelegt, um eine elastische Unterlage herzustellen. (Polytechnische Zeitung 1874 p. 461, 1875 p. 184.)

e) Stuttgart. System Hartwich. Die Stuttgarter Pferdebahn war die erste in Deutschland, die mit Eisenoberbau hergestellt wurde; die verwendete Schiene ist eine modificirte Hartwich-Schiene. (Fig. 6 auf Tafel XLV.) Es war beabsichtigt, auf dieser Bahn Güterverkehr einzurichten, weshalb die Schienen 26 Kilogr. pro laufenden Meter schwer genommen wurden.

Sie ist direct mit Schotter und Steinschlag unterstopft; Querschwellen sind nicht angewendet, dagegen sind die Schienen in Entfernung von ca. zwei Meter durch Schlaudern von Flacheisen gefasst, um die richtige Spurweite zu erhalten.

Höchst unangenehme Erfahrung hat man hier mit dem an die Gleise schliessenden Pflaster gemacht. Es wurde dasselbe zuerst nach Fig. 29 angefertigt, dieses senkte sich indess sehr bald, und wurde daher neues Pflaster hergestellt, theils nach Fig. 30, bei welchem die Laufrinne in den Stein eingehauen, theils nach Fig. 31, wo die Rinne

Fig. 29.



Fig. 30.

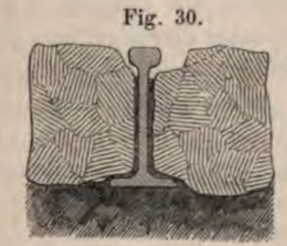


Fig. 31.



dadurch gebildet wurde, dass ein mit Theer getränkter Klinker zwischen Schiene und Pflaster eingelegt wurde. Keine dieser Rinnenbildungen hat sich indess bewährt, da die Kanten des Pflasters durch das Strassenfuhrwerk, wie schon früher angegeben, abgebröckelt und ausgefahren wurden.

Fig. 32.



Fig. 33.

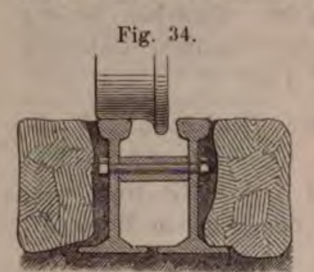


Die Rinnen sind jetzt an einzelnen Stellen 10 bis 15 Centim. breit (Fig. 32), woran vielleicht auch das zu weiche Pflastermaterial Schuld sein mag.

Neuerdings greift man daher hier auf die bereits schon einmal verlassene Hülfsconstruction zurück (Fig. 33), um eine geschlossene Rinne zu bilden, indem ein Z-Eisens an die Seite der Schiene angenietet wird; das Gewicht dieses Z-Eisen ist ca. 12,4 Kilogr., so dass nunmehr das Gesammtgewicht pro laufenden Meter 38 bis 38,5 Kilogr. beträgt.

Die Curven in den Strassen sind in der Weise gebildet (Fig. 34), dass zwei Schienen nebeneinander versetzt und durch die innere die Streich- oder Zwangschiene gebildet wird. Die lichte Entfernung zwischen diesen beiden Schienen ist an verschiedenen Stellen 60 Millimeter, mithin für das Strassenfuhrwerk höchst gefährlich, indem sich dasselbe mit seinen Rädern festklemmen kann. Es würden 40 Millimeter vollkommen genügen.

Fig. 34.



Der sich aus diesem grossen Abstand ergebende weitere Nachtheil ist, dass die Räder eine zu grosse Breite haben (excl. des Flantsches 7,5 Ctm., das ist ca. 10 Ctm. Gesammtbreite); hierdurch tritt aber im geraden Strang durch das überstehende Rad das sogenannte Steinlaufen ein.

In den Promenaden sind die Curven theilweise nur durch eine Schiene hergestellt.

Der Schienenkopf bietet eine verhältnissmässig geringe Festigkeit gegen den seitlichen Druck, welcher durch das Auspflastern und Abrammen entsteht, so dass die Spurweite nur an den Stellen genau stimmt, wo die Schlaudern oder Anker angebracht sind, während sie zwischen denselben sehr variirt. Der Raum zwischen den Gleisen ist theilweise chaussirt, doch ist immer längs der Schienen aussen und innen eine Streckschicht von Pflastersteinen gezogen. Detailconstructionen finden sich sehr ausführlich Organ 1870, p. 235; 1871, p. 62.

f) System Rudolph Paulus. Paulus bringt, um das Sinken des Anpflasters an den Schienen zu verhüten, ein T-Profil (Fig. 7 auf Tafel XLV) in Vorschlag, welches mit dem oberen Schenkel direct auf dem Pflaster liegt. Es soll hierdurch erreicht werden, dass sich die Schiene nicht unabhängig vom Pflaster senken kann. Letzteres wird allerdings erreicht; es ist jedoch hierdurch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Steine, wenn nicht gut unterstopft, ohne die Schiene, die sich auf das Nebenpflaster aufhängt, sinken. Sodann ist eine Reparatur des Pflasters schon umständlicher, da der Anschlussstein von der Seite unterstopft und hierzu die ferneren Seitensteine herausgenommen werden müssen. Ausserdem ist zu fürchten (so sehr die Idee anzuerkennen), dass die scharf ausgewalzten Schenkel der Schiene vom Lastfuhrwerk zerdrückt werden und dann abblättern oder spalten. Paulus verwirft ebenfalls sämmtliche Profile ohne geschlossene Rinne. Organ 1873, p. 96.

g) System Köstlin und Battig, Constructeur C. Willy (Schweiz). Diese Construction wurde für Wien und Pest von Ingenieur Willy 1862 vorgeschlagen. In der Form (Fig. 8 auf Tafel XLV) bietet das Profil Schwierigkeiten für das Anlegen des Pflasters, vorzüglich an der Aussenseite, da der Stein an der runden Langschwelle einen schlechten Anschluss hat.

Es wäre das Profil mit Rücksicht hierauf vielleicht in günstigerer Weise zu formen und für spätere Auswechselungen bequemer versenkte Schrauben zu nehmen. Das Gesammtgewicht pro laufenden Meter ist nach der illustrirten Eisenbahnzeitung 1865 p. 163, 35 Kilogr. incl. sämmtlicher Garnituren.

Soll es so construirt werden, dass es practisch im Pflaster der Städte zu verwerthen ist (das angegebene Profil setzt Chaussee voraus), so kommen wir auf ein Gewicht von mindestens 37 bis 40 Kilogr.

h) System Passley. Passley hat für die Chatam-Dockyard in London eine Gütertransportbahn aus Gussplatten mit eingegossenen Gleisen à 45 Centimeter =

...gelant. Die Länge der diversen Strecken ist ca. 4800 Meter. Grosse ...en mit kleinen Locomotiven (Engineering XVI, p. 492) befördert, kleine Pferd.[2])

System **Heusinger von Waldegg** (Fig. 4 u. 5 auf Tafel XLVII). Dieses ...tem entspricht sämmtlichen in § 4 gestellten Grundbedingungen und bietet ... die weiteren sehr wesentlichen Vortheile, dass die Zusammensetzung ausser-ordentlich einfach ist und dabei nicht derartige Theile verwandt werden, welche im Strassenpflaster leicht festrosten. Die gewalzten eisernen Langschwellen haben einen ⊓-förmigen Querschnitt, an der Basis eine Breite von 140—160 Millim., an der Deckplatte eine Breite von 80—100 Millim., eine Höhe von 140—170 Millim. und eine Wandstärke von 6—8 Millim.

Auf diesen Langschwellen sind gussstählerne Fahrschienen von flachem brückenförmigen Profil befestigt, welche entweder mit angewalzter geschlossener Spurrinne, wie Fig. 4 zeigt, die ganze Breite der Deckplatte einnehmen, an der Basis mit einem Vorsprung versehen sind, welcher scharf in die Ansätze *a a* an den Kanten der Langschwellen passt und die Seitenverschiebung verhindert, oder die Spurrinne wird durch eine aufgenietete Winkelschiene hergestellt, und die brückenförmige Flachschiene bildet nur den Kopf der Fahrschiene, greift an der einen Seite mit einem Ansatz in eine Nuth unter die Winkelschiene der Spurrinne und auf der anderen mit einem Absatz hinter den Ansatz *a* der Langschwelle, wie dieses Fig. 5 auf Tafel XLVII erläutert.

Die Befestigung der Fahrschienen erfolgt in beiden Fällen durch ausserhalb an die Fahrschiene angewalzte rinnenförmige Rippen *b*, welche in Entfernungen von je 1 Meter auf 20 Millimeter Breite weggestossen oder ausgeklinkt werden, um in diese Ausklinkungen die Befestigungsplättchen *d*, die aus 6 Millimeter starken Flacheisen ausgestanzt werden, aufzunehmen. Letztere greifen mit ihren T-förmigen oberen Enden beiderseits über die rinnenförmigen Rippen *b* der Fahrschiene und nehmen in dem länglichen Loche den Kopf des an der Langschwelle angenieteten kleinen Vorreibers *c* auf; und da hinter dem Kopf dieses Vorreibers sich ein ca. 2 Millimeter excentrischer Ansatz befindet, so wird beim Drehen dieses Kopfes mittelst eines Schlüssels oder einer Zange nicht nur das Befestigungsplättchen *d* mit der Fahrschiene festgehalten, sondern zugleich auch die letztere auf die Lagerstelle der Langschwelle energisch niedergedrückt.

Zum Auflaufen der Spurkränze in den Curven wird eine ebene Flachschiene (ohne Spurrinne) ebenfalls mit brückenförmigen Höhlungen an der Basis und mit angewalzten rinnenförmigen Rippen an den Seiten angewandt, die in ähnlicher Weise mittelst der T-förmigen Plättchen *d* und der Vorreiber *c* befestigt werden.

Die Stösse der Fahrschienen werden jedesmal in der Mitte der Langschwellen angeordnet, und zwar so, dass je ein Befestigungsplättchen *d* über beide Enden am Stoss der Fahrschienen greift und den Schienenstoss mit der Langschwelle verlascht. Für die scharfen Curven müssen sowohl die Fahrschienen als Langschwellen in warmem Zustande (am besten gleich auf der Hütte) gebogen werden. Unter dem Stoss der Langschwellen liegt eine Querschwelle aus leichtem ⊓-Eisen von 136 Millim. Höhe und 25 Millim. Flantschbreite; die Befestigung erfolgt durch auf die Querschwellen aufgenietete Vorreiberplatten *e* aus ca. 8 Millim. starkem Flacheisen mit runden Unterlagscheiben *f*, gleich der Stärke des Fusses der Langschwellen. Die

[2]) Genaue Angabe und Abbildung finden sich Polyt. Zeit. 1875, p. 7 u. 22, 272 u. 273.

auf dem Niete drehbaren Vorreiberplatten *e* lassen sich mit einem Hammer leicht herumschlagen und greifen mit den vorspringenden Nasen von beiden Seiten über die Füsse der Langschwellen, diese ebenso zuverlässig in der bestimmten Spurweite festhaltend, wie die Verbindung auch leicht und rasch durch Herumschlagen der Vorreiberplatten lösend. Zur ferneren Sicherung der Spur müssen in Entfernungen von $1^1/_2$—2 Meter noch weitere Querverbindungen aus Winkeleisen von ca. 50 Millimeter Schenkelbreite, ebenfalls mittelst der beschriebenen drehbar aufgenieteten Vorreiberplatten (4 Stück für jede mittlere Querverbindung), hergestellt werden.

Die Höhlung der Langschwelle wird mit Bettungsmaterial gut unterstopft und dann erst das Pflaster, welches sich an die Seiten der Langschwelle gut anschliesst und durch die tieferliegenden Querverbindungen nicht unterbrochen wird, in dauerhaftester Weise hergestellt. Damit beim Stampfen des Pflasters die Seitenwände der Langschwelle nicht zusammengedrückt werden und die Füsse unter den Vorreiberplatten *e* festsitzen, werden auf die Querschwellen noch die Federn *g* aus dünnem Flacheisen genietet, welche die Füsse der Langschwelle in der bestimmten Entfernung erhalten. Die Herstellungskosten dieses eisernen Oberbaues berechnen sich bei den jetzigen niedrigen Eisenpreisen folgendermaassen:

Zu einer Gleislänge von 9 Meter sind erforderlich:

		Gesammtgewicht Kilogr.	Preis pro 100 Kilogramm Mark.	Kosten pro Schienenlänge Mark.	Pfg.
2	Gussstahlschienen zusammen 18^m lang à 16 Kilogramm	288,0	17	48	96
2	Langschwellen von Eisen zusammen 18^m lang à 21,5 Kilogramm	387,0	15	58	05
1	Querschwelle am Stoss von ⊓-Eisen 1^m,75 lang à 10,5 Kilogramm	18,37	15	2	75
2	Querverbindungen in der Mitte von Winkeleisen à 1^m,75 = 3^m,50 à 5 Kilogramm	17,50	15	2	62
36	Stück Hakenplatten zum Festhalten der Fahrschienen à 0,15 Kilogramm	5,40	40	2	16
36	Stück Vorreiber à 0,030 Kilogramm	1,08	50	0	54
16	Stück Unterlagscheiben für die Querverbindungen à 0,10 Kilogramm	1,60	40	0	64
16	Stück Vorreiberplatten für die Querverbindungen à 0,18 Kilogramm	2,88	40	1	15
6	Stück Federn für die Querverbindungen à 0,13 Kilogramm	0,78	40	0	31
16	Stück Niete für die Querverbindungen à 0,072 Kilogramm zusammen 1,152 Kilogramm	1,266	45	0	56
6	Stück Niete für die Federn auf den Querverbindungen à 0,024 Kilogramm zusammen 0,114 Kilogramm				
	Für Lochen der Langschwellen und Querverbindungen (60 Löcher)	—	—	1	0
	Vernieten derselben	—	—	1	0
	Summa	723,876		119	74

Daher beträgt pro laufenden Meter Gleis das Gewicht 80,47 Kilogr. und die Kosten 13 Mark 30 Pfg., was im Vergleich mit den Kosten fast aller bisher beschriebenen Constructionen ungemein günstig ist und dieser ebenso einfachen als soliden Construction voraussichtlich allgemeinen Eingang verschaffen wird.

§ 9. Eiserner Oberbau für Wagen, welche das Gleis nicht verlassen können, mit Unterstützung der Schienen in einzelnen Punkten.

A) Buenos-Ayres. System Livesey. Die älteste Gleisconstruction dieser Art findet sich wohl in Buenos-Ayres; die Schiene (Fig. 10 u. 11 auf Tafel XLV) ca. 25 Kilogr. schwer hat eine U-Form, deren Schenkel keilförmig gewalzt sind. Dieselbe wird auf Gussböcken, die eine Mittelentfernung von ca. $0^m,9$ haben, mit einem untergeschobenen Keil *a* befestigt. Die Stossböcke haben seitlich angegossene Augen, durch welche eine Schraube geht, die die Schienenenden fest zur Auflage bringt. Die dem Stossbock zunächst stehenden beiden Böcke bekommen von diesen eine Mittelentfernung von $0^m,45$; die sämmtlichen Böcke sind auf einer Grundplatte verschraubt, welche ein ungefähres Gewicht von 15 Kilogr. pro laufenden Meter Schiene hat; die Böcke haben ein Gewicht von ca. 7,5 Kilogr. pro Stück.

(Engineering 1872, p. 328; 1875, p. 170; Polytechnische Zeitung 1875, p. 183.)

Dieses ganze System wird auf eine Unterlage von Concret und Asphalt aufgedrückt; dasselbe ist äusserst solide, aber auch recht schwer, und zwar pro laufenden Meter 47,5 bis 50 Kilogr. Fig. 9 auf Tafel XLV giebt die Anordnung an, wie dieselbe für die Vorstädte projectirt war.

Aehnliche Bockconstructionen, jedoch ohne Grundplatte, finden wir in Glasgow (System Rankine und Johnson, sowie in Dundee, Sheffield, Bristol, Leeds und Middlessex nach System Kinkeid und Joseph. (Engineering 1873, V. 35, p. 248.)

B) Lille. In Lille ist die Strassenbahn nach dem System Marsillon ausgeführt. (Fig. 12 auf Tafel XLV.)

Die Fahrschiene hat ein Gewicht von 14 Kilogr. pro laufenden Meter, die Zwangschiene ein solches von 11 Kilogr. Die Höhe derselben ist 90 Millimeter. Diese Schienen sind durch einen Gussbock von 100 Millim. unterstützt, so dass hierdurch die nothwendige Gesammthöhe für das Pflaster über den Querschwellen (180 bis 200 Millim.) erreicht ist.

Die Schienen haben eine Länge von 6 Meter und sind jede 1,5 Meter durch eine Querschwelle unterstützt.

Die Flachschienen, Fig. 12ª auf Tafel XLV, sind durch Doppel-T-Eisen gebildet, (ca. 24 Kilogr. pro laufenden Meter) die in angegebener Form auf ähnlichen Gussböcken, wie die Normalschiene befestigt sind.

Die in den Curven nothwendige Erweiterung der Spurrinne wird dadurch erzielt, dass die Zwangschiene, mit dem einseitigen Kopf nach aussen gekehrt, an die Fahrschiene verschraubt wird.

In der Mitte zwischen je zwei Schwellen sind die beiden Schienen nochmals verschraubt. Es sind hier, wie Fig. 35 zeigt, Gussknaggen *b* eingelegt, welche die beiden Schienen *a* und *c* in dem richtigen Abstand halten, und die Schienen der Art jede $0^m,75$ mit einander verbinden.

Fig. 35.

Diese Anlage hat sich vortrefflich bewährt. Grosse Sorgfalt ist bei der Ausführung den Pflasterarbeiten zu widmen, da die Schiene dem anschliessenden Pflasterstein nur auf ca. die Hälfte der Höhe Anlage gewährt, und sind Bahnwärter für diese Gleisanlagen in guter Jahreszeit entbehrlich, da der Koth zwischen den Schienen Platz findet.

Wer über diese empfehlenswerthe Construction nicht genau informirt ist, glaubt eine gewöhnliche Grubenschiene zu sehen.

Die Bahnanlagen in Genf, zusammen ca. 18 Kilometer, werden ebenfalls nach diesem System ausgeführt.

C) Metz. Die Bahnanlage in Metz ist mit der Beer'schen Schiene und Böcken vom Querschnitt der Hilf'schen Querschwellen hergestellt. Siehe Fig. 13 auf Tafel XLV und nachstehende Fig. 36.

Die Schienen sind $6^m,5$ lang und in Entfernungen von $1^m,3$, mit Abschnitten der Hilf'schen Schwelle à 20 Centim. lang, unterstützt. Der Stoss ist durch zwei Laschen à 20 Centim. lang mit vier Schrauben verlascht. Das Stück der Stossschwelle ist 30 Centim. lang.

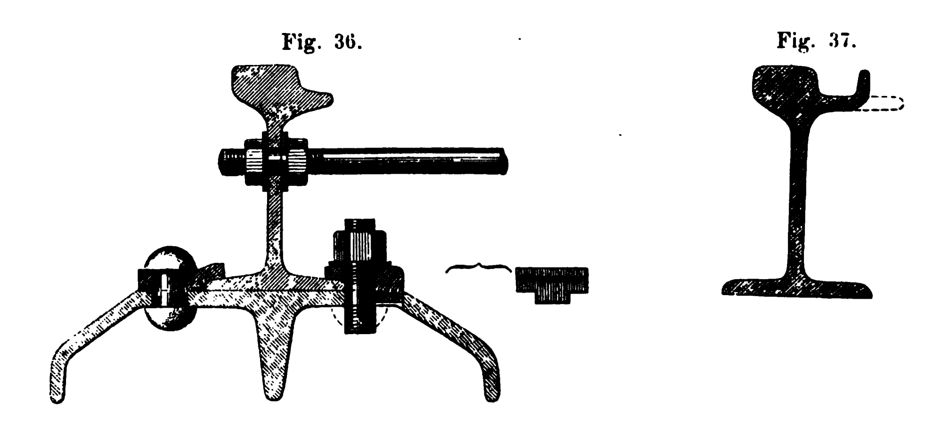


Fig. 36. Fig. 37.

Die Befestigung der Schiene erfolgt durch kleine Frösche, von denen der eine angenietet, der andere mit einem Ansatz in das ausgestossene Loch der Schwelle passend, durch eine Schraube angezogen wird. Die Schienen sind in Entfernungen von $2^m,75$ mit zwei 15 Millim. Rundeisen-Schlaudern verbunden. Die Schienenstösse liegen einander gegenüber und die Schlaudern $0^m,5$ von ihnen entfernt.

Es wurde schon unter Philadelphia und Stuttgart erwähnt, dass diese Schienen in gegebener Form nicht zu empfehlen seien, sofern sie in Städten, woselbst das öffentliche Fuhrwerk die Gleise mit befährt, verlegt sind.

Sollen diese Profile mit Vortheil verwendet werden, so müssen sie eine geschlossene Rinne haben. Diese ist auch an der Beer'schen Schiene, Fig. 1 auf Tafel XLV zu erreichen, wenn der am Profil angewalzte Lappen, wie vorstehend in Fig. 37 punktirt angegeben, im letzten Caliber aufgebogen wird. Dieses Aufbiegen erfordert jedoch ein sehr gutes Eisen.

Mit dieser Aenderung ist die Construction zu empfehlen.

D) Antwerpen. System Dufrane. In Antwerpen hat Ingenieur Dufrane eine Schiene von Walzeisen, ca. 23 Kilogr., in Anwendung gebracht, welche in Entfernungen von je $1^m,0$ mit Querschwellen unterstützt wird, indem die Schiene auf einer Gussunterlagplatte liegt und durch zwei Winkel von Walzeisen, mit einer Schraube verbunden, seitlich gestützt wird. (Fig. 14 auf Tafel XLV.)

Durch Winkel und Unterlagplatte geht der ca. 126 Millim. lange und 10+13 Millim. starke Hakennagel, womit Schiene und Bock auf der Schwelle befestigt ist. Die Schienen sind $6^m,0$ lang. Am Stoss sind Unterlagplatten und Laschen noch einmal so breit wie die Mittelplatten und durch Doppellaschen mit vier Schrauben verbunden. Die Höhe der Schiene ist 160 Millim., die Unterlagplatte 15 Millim., die

Höhe über den Querschwellen für die Pflastersteine beträgt mithin abzüglich 3 Centim. für Kies nur 14,5 Centim., was bei sehr sauber bearbeiteten Steinen genügen muss.

Das Gewicht einer Garnitur für die Mittelbefestigung ist:

2 Schienenwinkel à 1,23 Kilogr.	=	2,46	Kilogr.
1 Schraube		0,23	-
2 Hakennägel à 0,15 Kilogr. .	=	0,30	-
1 Gussunterlagplatte		1,60	-
Summa		4,59	Kilogr.

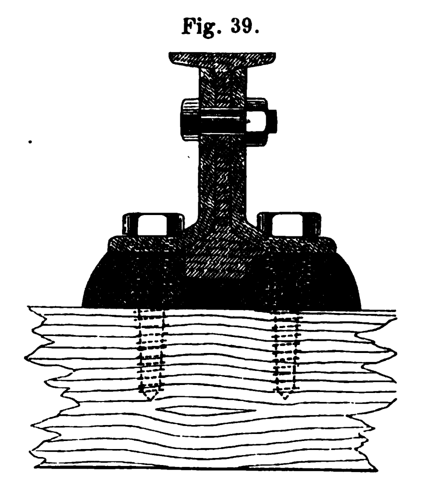
Wir bekommen also ein Gesammtgewicht pro laufenden Meter Schiene 23 + 4,59 = ca. 28 Kilogramm.

Wie schon unter Stuttgart und Metz angeführt, ist ein derartiges Profil ohne selbstständige Rinne nicht zu empfehlen.

E) Düsseldorf. Die in Antwerpen verwendete Schiene ist auch in Düsseldorf angenommen (Fig. 15 auf Tafel XLV), und nur in der Befestigungsart ein Unterschied gemacht, indem hier nicht auf jeder Mittelschwelle die unter Antwerpen angegebenen seitlichen Winkel angewendet wurden, sondern nur an den Schienenstössen, in einer Länge von 200 Millim. Diese Winkel dienen gleichzeitig zur Verlaschung des Stosses, der mit drei Schrauben durch den Steg der Schiene und durch vier Holzschrauben auf dem Fuss hergestellt ist. Am Stoss ist noch, wie in Antwerpen, eine Gussunterlage, 200 Millim. lang und 135 Millim. breit angebracht.

Fig. 38.

Fig. 39.



Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist die Befestigung der Schienen auf den Mittelschwellen nur durch den hervorstehenden Kopf der Holzschraube bewirkt. Die Holzschrauben haben 20 Millim. Durchmesser und sind verzinkt, damit sie in den eichenen Querschwellen nicht festrosten.

Die Schienen, 6 Meter lang, sind durch fünf Querschwellen unterstützt, sowie durch zwei Eisenverbindungsstangen à 13 Millim. Durchmesser unterhalb des Kopfes gefasst, um die richtige Spur zu halten.

In den Curven sind die Schienen ebenfalls verwendet. Es sind die Zwangsschienen aus einem Stück Flacheisen hergestellt, welches seitlich angeschraubt und vermuthlich in vorstehend skizzirter Weise befestigt ist (s. Fig. 38).

Die Flachschiene wird durch eine umgekehrte Normalschiene (Fig. 39) hergestellt.

F) System de Leye. Die in Belgien patentirte Construction des Ingenieurs de Leye ist durch Fig. 16, 17 und 18 auf Tafel XLV dargestellt. Sie leidet gleichfalls an den so eben angeführten Mängeln. Um der stattfindenden einseitigen Belastung des Profils zu begegnen, dürfte es sich empfehlen, den Steg nicht symmetrisch zur Gesammtschienenbreite, sondern um ca. 6 Millim. seitlich unter der Lauffläche der Schienen anzunehmen. Das Gleiche gilt von der Flachschiene, auf welcher die beiden Rad-Flantschen symmetrisch zur Mittelachse laufen; hier müsste der Steg in der Mitte der Schienen sein. Das Gewicht pro laufenden Meter ist:

Schiene ca.	19,5	Kilogr.
Bock ca.	3,75	-
Splintbolzen nebst 2 Bocknägeln	0,625	-
Summa	23,875	Kilogr.
rund	24	- .

Die Höhe der Lauffläche über Oberkante der Querschwelle ist nur ca. 17 Centim. Auch dieses Profil ist leicht mit geschlossener Rinne herzustellen.

G) System Niemann-Geiger. (Fig. 1 u. 2 auf Taf. XLVI.) Die Anordnung dieses Systems ist in manchen Theilen ähnlich wie die Construction Gregory. Die Schiene wird durch einzelne mit dem Niveau des Strassenpflasters abschneidende gusseiserne Kasten in Entfernung von ca. $0^m,30$—$0^m,40$ von Mitte zu Mitte unterstützt, und in sehr einfacher Weise in den geeignet geformten Aussparungen der Kasten durch eiserne Beilagstücke *a* festgehalten. Falls die Kasten sich gesenkt (dieselben sind mit Kies und Steinschlag ausgefüllt), können sie durch Nachfüllen und Stampfen durch die oben vorhandenen Oeffnungen angehoben werden. Da sich die Kasten jedoch nicht immer einzeln setzen, sondern gewöhnlich muldenartig mit dem nebenstehenden Pflaster, so wird man meistens die Kasten ebenso wie das Nebenpflaster, durch Unterstopfen von der Seite wieder auf die richtige Höhe bringen können. Das Gewicht der Kasten ist 12,5—14 Kilogr. pro Stück. Der Bedarf an Kasten pro laufenden Meter Schiene bei der angegebenen Entfernung derselben von 40—50 Centim. ist also $2^1/_2$—2 Stück, das ist 32,5 beziehungsweise 26,0 Kilogr. Kastengewicht pro laufenden Meter tragende Construction; hierzu das Gewicht der Schienen mit ca. 17,5 Kilogr. pro laufenden Meter ergiebt 43,5—50 Kilogr. pro laufenden Meter.

Einzelne Kastenpaare werden durch Schlaudern verbunden. Die Probestrecke, welche nach diesem System mit dem Büsing'schen Schienenprofil, Fig. 17 auf Tafel XLIII, in Berlin gelegt wurde, hat sich bis jetzt ca. $2^1/_4$ Jahr (auch bei Frostwetter) gut gehalten. Siehe wegen Kastenconstruction und deren Nachtheile gegenüber der Construction mit durchgehenden Querschwellen auch p. 307.

H) System Gregory. Die Schienen, Fig. 3 auf Tafel XLVI, werden durch Gusseisenunterlagen getragen, welche 23 Centim. breit und ca. 66 Centim. lang sind. Die Befestigung der Schienen geschieht durch Gussstühle, welche auf der Unterlage ruhen. Diese Stühle haben eine Mittelentfernung von ca. $1^m,10$, und trägt die Schiene sich somit auf ca. 45 Centim. zwischen je zwei derselben frei. Die Befestigung der Schienen in den Stühlen ist ähnlich der der Locomotivbahn-Stuhlschienen. Auf der einen Seite ist der Fuss der Schiene unter die am Stuhl angegossene Nase geschoben, während an der anderen Seite ein starker Holzkeil eingetrieben wird. Zwischen dem 120 Millim. breiten Schienenfuss und dem Stuhl ist, um eine elastische Unterlage zu haben, Holz von ca. 4 Millim. Stärke untergelegt. Das Profil der Platte ist derart, dass sie federt. Die Stühle nebst Unterlagen wiegen ca. 25 Kilogr. Die Schiene ist

nach der Zeichnung im Engineer berechnet und wiegt danach 35 Kilogr.; das Flachprofil ist unvortheilhaft, kann jedoch leicht durch ein Rippenprofil ersetzt werden. Auch bei dieser Construction kann, ohne dass das Pflaster aufgebrochen zu werden braucht, die Schiene ausgewechselt werden. (The Engineer 1870, V. 29, p. 103; Organ 1871, p. 201.)

I) System Otto Büsing (Fig. 1 u. 2 Taf. XLVII). Dieses System entspricht den auf p. 303 entwickelten Grundbedingungen und vermeidet die auf p. 306 erwähnten Uebelstände. Die Lauffläche liegt vollständig symmetrisch über der Mitte der schmiedeeisernen Langschwelle A = 20,00 Kilogr., welche die geschlossene Spurrinne bildet und durch ihr I ähnliches Profil eine sehr günstige Materialvertheilung bezüglich der Festigkeit bei genügendem Auflager gestattet. Der die Spurnuth begrenzende Steg a_2[3]) giebt dem Träger eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen das seitliche Verdrücken beim Auspflastern, es wird also möglich, die hergestellte Flucht besser zu halten, als an vielen der vorbetrachteten Profile. Die Spurweite wird durch die Schlaudern B aus Flacheisen in Abständen von 4 zu 4 Metern gehalten. Dieselben liegen in den Fugen des Pflasters. Zwischen je zwei Schlaudern liegt in der Mitte eine Querschwelle, so dass die beiden Schienen im Abstand von je 2 Metern verbunden sind.

Der Kopf C, 11,5 Kilogr. pro Met. wiegend, von Stahl hergestellt, wird einfach auf dem mit Anzug versehenen Steg des Trägers aufgesattelt, und erfolgt die Befestigung mittelst Schraube d in ca. 1^m Entfernung von einander. Die Stellen, wo die Schrauben sitzen, sind bekannt, so dass beim Auswechseln nur die zwei gegenüberstehenden Pflastersteine herausgenommen zu werden brauchen. Um die Auflagefläche möglichst zu vergrössern, hat der Träger A den Ansatz a_1; die Nase c_1 am Schienenkopf C dient dazu, um den Pflasterstein in der entsprechenden Entfernung von demselben zu halten, damit das Rad beim Uebertreten über die Schienenkante nicht auf dem Pflaster läuft. Der Stoss der Schienen, auf der Mitte des Trägers liegend, wird noch durch die seitlich untergebrachte Lasche g verstärkt.

Die Langträger werden, wie schon erwähnt, durch Querschwellen e unterstützt. Dieselben sind aus einfachem T-Eisen hergestellt und an den Stützpunkten doppelt gekröpft, um die Höhe der Langträger zu verringern und daneben doch den über der Schwelle sitzenden Pflastersteinen genügenden Raum zu schaffen, um dieselben unten noch gut in Kies betten zu können. Beim Durchkröpfen der Querschwelle wird gleichzeitig der Schuh für den Träger durch Durchdrücken der Winkeleisenkanten gebildet, siehe Fig. 1 u. 3 auf Tafel XLVII. Damit die Anschlusssteine f an den Schienen den genügenden Halt zur Seite bekommen, werden an jeder Querschwelle die kurzen Stücke L-Eisen oder die im Winkel aufgebogene Stosslasche mit den Verbindungsschrauben i befestigt. Zwischen den Querschwellen kommen, wie in Fig. 1 angegeben, die hohen Pflastersteine g zur Verwendung, welche am Schienen- resp. Trägerkopf und Fuss beiderseits anliegen. Der Zwischenraum wird mit scharfem Kies stark hinterstopft.

Das Gewicht dieser Construction pro 8 laufende Meter Gleis stellt sich wie folgt:

---

[3]) Es scheint auf den ersten Blick schwierig zu sein, dies Profil der Langschwelle A auszuwalzen. Dies ist aber nicht der Fall. Der Träger wird nämlich zuerst in der punktirten Form hergestellt und der obere Flantsch schliesslich in einer letzten geeigneten Walze des Walzenzuges aufgebogen.

				Mark	Pfg.
Schienenkopf . .	2×8×11,5	= 184,00	à 20 Mk.	= 36	80
Schienenträger . .	2×8×22,82	= 365,12	à 18 -	= 65	72
2 Schienenlaschen .	2× 0,7	= 1,40	à 20 -	= —	28
2 Trägerlaschen . .	2× 2,5	= 5,00	à 18 -	= —	90
2 Querschwellen . .	2×2×13	= 52,00	à 18 -	= 9	36
2 Zugstangen . . .	2× 3,27	= 6,55	à 18 -	= 1	18
6 Pflasterwinkel . .	6× 0,57	= 3,42	à 18 -	= —	62
36 diverse Schrauben à $^1/_6$ Kilogr.		= 6,00	à 30 -	= 1	80
		623,49		116 M.	66 Pfg.

d. i. Gewicht incl. sämmtlicher Ausrüstung pro lfd. Met. Gleis 77,94 Kilogr. = 14 M. 58 Pf.
und pro laufenden Meter Schiene . . . . 38,97 - ,
während das Gewicht sämmtlicher bisher betrachteter Constructionen zwischen 35 und 50 Kilogramm schwankte.

Wie die nachfolgende Tabelle ergiebt, ist das mittlere Gewicht für eisernen Oberbau circa 41,00 Kilogramm pro laufenden Meter Schiene:

	Kilogr.
System Beer	35,5
- Pages, Glasgow 36,5+10	46,5
- T. Scott, Edinburgh	35,0
- Dawson, Madras 21+14,5	35,5
- Hartwich, Stuttgart 26+12,5	38,5
- Liverey, Buenos-Ayres 25+15+7,5 . .	47,5
- Gregory	50
- Niemann-Geyger, Wien, Berlin . . .	42—35,5
	330,5 : 8 = 41,30 K.

das ist pro laufenden Meter 41,30 Kilogr.

Es gehört die Construction also zu den leichteren. Ausserdem gewährt sie, verglichen mit den erstgenannten Systemen, die Vorzüge des grossen Widerstandsmoments gegen Durchbiegung und gegen seitliche Verdrückung, ferner der Raddruckverlegung an die Schwerpunktsachse des Profils und der deshalb geringeren Vergänglichkeit der Schiene, ferner der leichten Auswechselbarkeit des Kopfes und dadurch des geringen Materialverlustes.

Allerdings sind die anfänglichen Anlagekosten hierfür höher, als bei Holzoberbau, aber schon nach der ersten Auswechselung des Kopfes sind diese Mehrkosten wieder eingebracht.

§ 10. Steinschwellen-Oberbau mit continuirlich unterstützter Schiene. — α) Glasgow. System J. Pages. Mit Rücksicht darauf, dass die Begrenzung der Spurrinne weit weniger abgenutzt wird, als die eigentliche Laufschiene, hat J. Pages eine gusseiserne bockförmige Langschwelle *a* angewandt, welche die Spurnuth bildet. Die schmiedeeiserne oder stählerne Schiene *b* (Fig. 4 auf Tafel XLVI) von winkelartigem Profil bildet nunmehr die Lauffläche, wird daher sehr leicht, und ist der der häufigeren Auswechselung bedürfende Theil somit auf ein Minimum beschränkt. Die Befestigung der Schiene auf der Langschwelle geschieht durch Keile *c*, deren Sitz schon unterschnitten im Gusskörper vorgesehen ist.

Die Construction hat jedenfalls den wesentlichen Vortheil, dass die Befestigung ausschliesslich von oben geschieht und beim Auswechseln der Schiene die Steine an

der Seite nicht herausgenommen zu werden brauchen. Es werden vielmehr nur die Keile gelöst und die Winkelschienen abgehoben.

Um ein recht festes Aufsitzen der Schiene zu erzielen, ist der Gusskörper am Schienensitz mit sogenannten Arbeitsleisten versehen, die eine Mittelentfernung von ca. 40 Millim. haben. Der Gusskörper wiegt ca. 36,5 Kilogr., die Schiene 10 Kilogr. per laufenden Meter. Die Zwangschiene ist oben gerippt, die Langschwellen sind in Entfernung von ca. 2—3 Meter durch Traversen gefasst, die durch einen Keil leicht befestigt sind. Die gusseiserne Langschwelle liegt wiederum auf einem fortlaufenden Concretfundament und zwar so wie gezeichnet, oder die gusseiserne Langschwelle ist unten vollständig eben und ohne Seitenleisten auf die Concretfläche gelegt. Letztere Construction gestattet jedenfalls ein leichtes Ausrichten des Gleises. Endlich werden auch die Langschwellen direct mit Kies unterstopft. Der einseitige Druck ist hier glücklich durch die eine Längsrippe des Gussträgers aufgenommen. Engineering 1871, V. 32, p. 228; 1873, V. 35, p. 248.

β) System Franz Atzinger. Um die fortwährend auszuwechselnden Lang- und Querschwellen zu vermeiden, schlägt Atzinger vor (s. Fig. 5 auf Tafel XLVI), die Schienen in grössere Steinwürfel zu verlegen, in welche dieselben eingelassen und in der Mitte circa jeden Meter mit Nägeln befestigt werden sollen. (Zeitschrift des österr. Ingen.- und Archit.-Vereins 1874, p. 157.) Zu diesem Behuf wird in die Mitte des Steines ein Loch von ca. 40 Millim. Durchmesser gebohrt und dieses mit Holz ausgefüttert, um die Nägel aufnehmen zu können. Auch in dem Raum zwischen diesen Befestigungssteinen ist die Schiene auf kleinere Steine gelagert und eingelassen, also continuirlich unterstützt.

Die Steine sollen aus demselben Material bestehen, wie das Pflaster, um eine möglichst gleichmässige Abnutzung zu haben. Ausserhalb der Stadt sollen Cementsteine verwendet werden. Bei diesem System würden jedoch, wenn die Steine nicht ganz solide unterstopft sind, einzelne derselben weichen, die Schiene wird auf diesen nicht mehr ganz aufliegen und beim Befahren eine Durchbiegung erfahren, aus der sie mit federartiger Kraft zurückschnellt, sobald der Wagen passirt ist. Dadurch werden die senkrecht eingeschlagenen Nägel gehoben und im nächsten Augenblick durch den Flantsch des Rades wieder niedergedrückt, um gleich nachher abermals aufgeschnellt zu werden. Hierdurch wird die Nagelung locker, und schliesslich werden auch die Holzdübel lose.

Diese so wie ähnliche Constructionen sind zu verwerfen. Es ist eine in allen Städten wahrnehmbare Thatsache, dass, wo Pferdebahnanlagen vorhanden, die öffentlichen Fuhrwerke mit Vorliebe auf den Schienen der Bahn fahren. Da die Räder des gewöhnlichen Fuhrwerkes jedoch nicht mit der Schienenentfernung übereinstimmen, so bilden sich parallel der Schiene Nuthen oder Rinnen in den Steinen. Haben sich diese Rinnen gebildet, was bei einigermaassen lebhaftem Verkehr in 2 bis 3 Jahren stattfindet, so ist dieses System weit schlechter, als wenn mit gewöhnlichen Steinen gepflastert wird, denn hier können die einzelnen Steine gehoben, eventuell umgekehrt werden. Bei diesem System aber müssen die ganzen Steine nachgearbeitet oder gewendet und die Schienen und Dübellöcher etc. neu eingelassen werden. Hierdurch dürfte die Solidität der Anlage sehr gefährdet erscheinen.

γ) Manchester. System Lynde. In Manchester hat Lynde einen Oberbau versuchsweise gelegt (Fig. 6 auf Tafel XLVI), dessen Bett von Concret und dessen Abdeckung aus Asphalt vom Val de Travers hergestellt ist. Polytechnische Zeitung 1874, p. 461 und 1875, p. 183.

Nachdem die in der Flucht der zu legenden Schienen vorhandenen Pflastersteine herausgebrochen sind, ist die Grube für den einzustampfenden Concret gebildet. In diese Grube wird der Concret ca. 120 Millim. stark eingebracht und bis ca. 65 Millim. unter die Oberkante des Pflasters aufgefüllt. Nachdem das Bett genügend erhärtet (ca. 24 Stunden), wird der Asphalt aufgebracht und in diesen die erwärmte Schiene eingelegt und sorgfältig verstrichen, so dass dann die Asphaltschicht circa 65 Millim. stark ist. Livesey warnt vor derartigen Anlagen zufolge der in London gemachten Erfahrungen.

Thatsache ist, dass sich die Schiene häufig — wohl in Folge von Ausdehnung und Zusammenziehung beim Temperaturwechsel — oder durch die Inanspruchnahme der Schiene beim Befahren, vom Asphalt löst, der in Folge dessen an den Schienen ausbricht, oder auch durch das untersickernde Wasser auffriert.

Ob sich durch Wahl eines geeigneteren Materials diese Uebelstände heben lassen, bleibt vorläufig dahingestellt. Wenn es gelingt, ist die Anlage jedenfalls als sehr einfach zu empfehlen.

δ) Berlin. System Werneking. Mit den Schwellen Fig. 12 bis 15 auf Tafel XLVII sind in Berlin Versuche auf der grossen Berliner Pferdebahn gemacht worden.

Dieselben sind für die von dieser Gesellschaft verwendeten Schienen eingerichtet und werden mittelst kleiner Schräubchen à 9 Millim. Durchmesser, welche als Kopf ein Querhaupt haben, auf die Asphaltfilzunterlage festgezogen.

Diese Schräubchen haben unter der Mutter eine Blech- und eine Asphaltfilzunterlagscheibe. Schienen à 6 Meter sind mit 16, und solche à 7 Meter mit 18 solcher Schräubchen befestigt.

Der Schwellenstoss ist durch Zapfen und Nuthen in Höhen- und Seitenrichtung gesichert, siehe Fig. 12 u. 15.

Damit zwei sich gegenübersitzende Schrauben beim Anziehen nicht weichen können, sind dieselben durch eine Eisenplatte *a*, die unter dem Filzstreifen liegt und zwei Löcher in entsprechender Entfernung hat, gehalten.

Am Stoss der Schienen sind die Platten *b* untergelegt. Für sämmtliche Unterlagen sind die entsprechenden Einlassungen gleich beim Guss berücksichtigt. Die Schraubenlöcher haben zur Seite eine Verstärkung erhalten. Diese Befestigung darf als unzweckmässig bezeichnet werden, weil der Schraubenschlüssel beim Anziehen der Mutter nur Platz für $^1/_3$ Drehung hat, dieses Anziehen also sehr zeitraubend ist, weil ferner die Muttern festrosten und der Bolzen in der Regel zerstört werden muss, wenn man die Schiene entfernen will, ohne den zerstörten Bolzen alsdann auswechseln zu können. Die Versuchstrecke musste nach circa einem Jahre wieder umgebaut werden, da die Cementlangschwellen speciell unter den Schwellenstössen zertrümmert und pulverisirt waren. Wenngleich dieser Versuch ein günstiges Resultat nicht ergeben hat, ist damit keineswegs erwiesen, dass sich diese Schwellen überhaupt nicht verwenden lassen; es muss nur danach getrachtet werden, dass unmittelbar unter den Schienen, die den fortwährenden Stössen, speciell an den Enden der Schienen, ausgesetzten Theile, durch eine solide Unterlage geschützt sind; dieses veranlasste den Verfasser, die nachfolgende Construction für ähnliche Anordnungen zu entwerfen.

ε) System Otto Büsing. Das schon bei den Holzoberbauconstructionen betrachtete Profil, Fig. 6 u. 7 auf XLVII, eignet sich auch für Stein- oder Concretoberbau und bedarf für diesen Zweck nur geringe Abänderungen.

Der Träger *b* (s. Fig. 8 u. 9) wird, wie punktirt angegeben, gewalzt und im
zten Caliber aufgebogen. Hierdurch wird das Profil desselben bei b_1 unterschnit-
1, so dass die Schiene *a* mit der einen schräg gewalzten Seite hinuntergebracht
d durch den Keil *h*, welcher unter das umgebogene Ende des Bügels *d* greift,
festigt und vollkommen sicher gelagert ist.

Die gegossene Schwelle *c* hat die einseitig ausgekröpfte Form, um der Ein-
ngs p. 304 ad 2 gestellten Bedingung, dass der Druck auf die Mitte der Basis
mme, gerecht zu werden.

Der Stoss der Schwellen ist stumpf und wird ausser dem übergreifenden
äger *b* noch durch den Bügel *d*, welcher sich um die nach unten verjüngten Stoss-
den der Schwelle legt, siehe Fig. 8, gesichert. Der Längsverband erfolgt durch
e Klammer *f*, Fig. 9, welche als Unterlage einen Streifen Asphaltfilz hat. Der
igel *d* ist durch den Bolzen *i* mit dem Träger *b* verbunden; letzterer wird mittelst
s Keiles *e* durch Antreiben, fest auf die Asphaltfilzunterlage *l* und die Schwelle
zogen. Hierdurch wird aber auch gleichzeitig die Klammer *f* fest gegen die Unter-
den der Schwelle gepresst und diese nach unten gehalten.

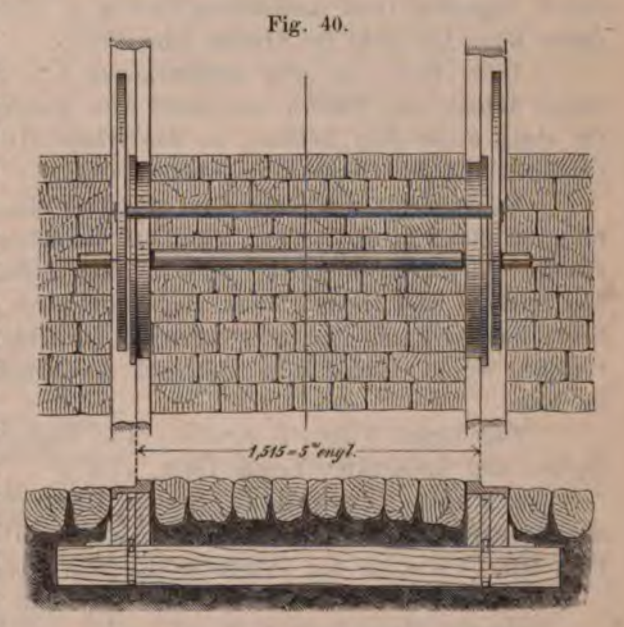
Die Schienen sind in Entfernungen von je drei Metern durch Schlaudern ge-
lten, welche an beiden Seiten umgebogen und durch die Bolzen an den Träger
stgeschraubt sind.

Die Befestigung der Schiene mittelst Keil hat den Vortheil, dass dieselben,
lls die Schienen lose werden sollten, leicht von oben nachgezogen werden können.

Die Schwellen haben unten eine Aussparung, damit dieselben satt gestopft und
ch somit solide auf eine Kiesrippe aufsetzen können.

**§ 11. Specielle Constructionen für Anlagen, welche das Bahn- und
rassenfuhrwerk gemeinschaftlich benutzen.** — Philadelphia. System
essle. In Philadelphia findet,
ie schon oben erwähnt, gleichzei-
g auf den Schienen der Bahnanla-
n auch der Verkehr des Strassen-
hrwerkes statt, wodurch die
hiene eine eigenthümliche Form
id grosse Breite erhalten hat, s.
g. 7, 8 u. 9 auf Taf. XLVI. Die-
lbe schwankt zwischen 10 und 15
entim. bei einem Gewicht von ca.
bis 33 Kilogr. pro laufenden
eter. Während auf der Lauf-
iche die Pferdebahnwagen fahren,
hren auf der geraden Fläche die
wöhnlichen Wagen (siehe Fig. 40).
ach der Spur dieser letzteren ist
s Gleis verlegt und hiernach so-
nn die Radentfernung an den
agen der Pferdebahn gebildet.
ie Radflantsche greifen hier nicht,
ie bei den Eisenbahnen, nach innen über die Schiene, sondern nach aussen
. Fig. 40).

Fig. 40.



Das schon früher erwähnte beschwerliche Ausbiegen hat man dadurch zu erleichtern gesucht, dass die ansteigende Kopffläche wesentlich schräg gelegt ist. Mit dem seitlichen Verdrücken der Schwelle scheint man indess schlechte Erfahrungen gemacht zu haben, denn es ist bei neueren Ausführungen ein Wulst zur Seite angebracht worden (Fig. 16 p. 305).

§ 12. Specielle Constructionen für Anlagen, bei welchen der Bahnwagen das Gleis jederzeit verlassen kann. — a) System J. P. Bath. J. P. Bath in Aigburth bei Liverpool stellt seinen Oberbau für Bahnanlagen zum Ausweichen durch gewöhnliche Vignolesschienen her, die auf Holzlangschwellen verlegt werden, siehe Fig. 10 auf Tafel XLVI. Um glatt auf das Gleis auffahren zu können und die für das Führungsrad nothwendige Rinne zu haben, ist seitlich zwischen Schiene und Pflaster nochmals ein Langholz, welches mit der Schiene verbunden ist, verlegt. The Engineer 1863, V. 16, p. 139.

b) Genf-Chêne. System Howarth. Der Oberbau besteht aus eichenen Lang- und Querschwellen. Entsprechend der eigenthümlichen Construction der Wagen sind hier drei Schienen angewendet, von denen die beiden äusseren Tragschienen sind, und die mittlere zur Führung des Leitrades dient, s. Fig. 11 auf Tafel XLVI.

Die Querschwellen haben 20×20 Centim. bei 2 Meter Länge und liegen in $1^m,4$ Entfernung von einander. Die Langschwellen sind oben 8—9 Centim., unten 22 Centim. breit, 13 beziehungweise 17 Centim. hoch; sie sind in die Querschwellen eingelassen und mit Keilen befestigt; an den Aussenseiten sind noch Knaggen angebracht. Es beträgt das Gewicht der Seitenschienen 6 Kilogramm pro Meter, der Mittelschiene 6,25 Kilogramm pro Meter. Dieselben sind mit versenkten Nägeln befestigt. Die ganze Anlage befand sich im Sommer 1875, als Verfasser dieselbe sah, in einem recht dürftigen Zustand.

Herr Professor E. Winkler sagt über dieselbe 1869 in der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins p. 275 — der äusserst schlechte Zustand dieser Bahn hat nicht im System seine Schuld.

Diese Bahn ist jetzt aufgenommen und durch eine Anlage für Wagen mit festen Achsen und Rädern, und nicht zum Ausweichen, ersetzt. Jedenfalls müssten für einen eventuellen Neubau, wo das System Howarth verwendet werden soll, die Schienen und der Oberbau umgeändert werden.

Es empfiehlt sich, statt dieses Systems eins zu wählen, bei welchem das Führungsrad direct in der Schiene läuft, um hierdurch die dritte Schiene und Schwelle zu sparen. Howarth wünscht, dass in allen grösseren Städten seine Construction in den Strassen und Doppelgleisen eingeführt werde, sowie, dass sämmtliches öffentliches Fuhrwerk mit der entsprechenden Vorrichtung — der eines fünften Rades — versehen werde, damit jedes Fuhrwerk die Annehmlichkeit des leichteren Transportes habe.

Zugehörige Wagen s. p. 364. The Engineer V. 24, 1867, p. 409. Oesterr. Ingen.- und Architekten-Verein 1869, p. 275.

c) Paris-Versailles. System Loubat. Fig. 12 auf Tafel XLVI. Die alte Bahnanlage Paris-Versailles wurde von Loubat, nachdem ihm die Concession 1853 ertheilt war, in den Jahren 1854—1858 erbaut.

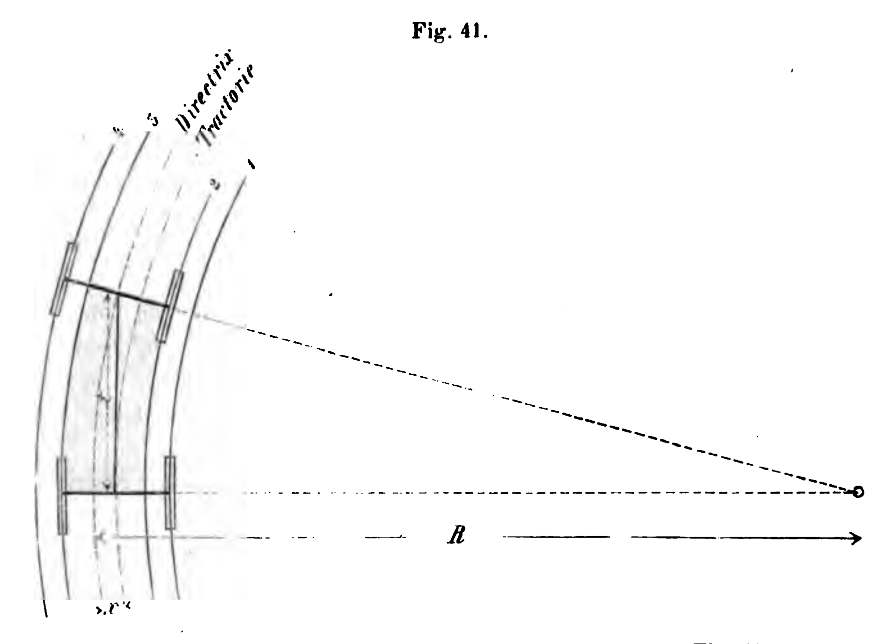
Die früher verwendete Schiene hatte ein ungefähres Gewicht von 9 Kilogr. pro laufenden Meter und ruhte auf Lang- und Querschwellen, die ähnlich wie in Wien etc. mit Keilen befestigt waren. Die Bahnanlage ist jetzt umgebaut, und das Schienenprofil Larsen (p. 315) auch hier zur Verwendung gekommen. Wenngleich

die die Bahn befahrenden Wagen auch jetzt noch ausweichen können (die Wagen haben bewegliches Vordergestell und je ein loses Rad auf der Vorder- und Hinterachse), so geschieht dieses doch nur äusserst selten, da die Gesammtanlage doppelgleisig ist. Die Bahn ist jetzt durch die Stadt geführt und bis nach Vincennes verlängert. Auf dieser Strecke ist eine Gleisconstruction noch besonders erwähnenswerth, siehe Fig. 3 auf Tafel LI.

Die neue Bahnstrecke von Place de la Concorde geht an der Seine entlang bis zum Quai de Gevres, biegt hier in die Rue Loban und dann wieder in die Rue de Rivoli, wobei, da sich die nicht breite Rue Loban rechtwinklig mit den anderen Strassen schneidet, sehr scharfe Curven, Rad. $= 10^m,0$, angewendet werden mussten. Entgegen der sonst üblichen Curvenconstruction, die Gleise mit zwei Schienen herum zu führen, sind hier an beiden Ecken eine rechts — und eine links — Curve mit vier Schienen herumgeführt. Von diesen werden die erste und die dritte Schiene (vom Mittelpunkt der Curve aus gerechnet) von den Hinterrädern, die zweite und vierte Schiene von den Vorderrädern befahren. Der Abstand a der Schienen eins und zwei, und drei und vier richtet sich selbstverständlich nach dem Rad. der Curve, sowie nach dem Achsenabstand.

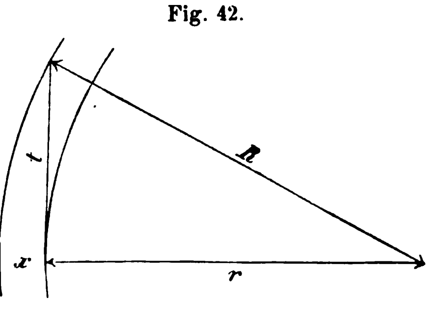
Es gründet sich diese Curvenanlage auf das Gesetz der Tractorien oder Zuglinien (s. Fig. 41). Während der Mittelpunkt der Vorderachse, also der Drehschemel

Fig. 41.



des vorderen Räderpaares, die äussere Curve (directrix) oder die Mittellinie der zweiten und vierten Schiene durchläuft, folgt in einem festen Abstand (= dem Achsabstand der Wagenachse) das hintere Räderpaar auf der ersten und dritten Schiene, und bewegt sich also der Mittelpunkt des hinteren Räderpaares auf der Mittellinie der ersten und dritten Schiene oder Tractorie. Damit der auf das hintere

Fig. 42.



Räderpaar wirkende Zug stets in die Richtung der Bahn falle, muss er, also auch die Längsachse der Wagen, stets die Mittellinie des hinteren Räderpaares tangiren, wodurch diese Mittellinie sich als Tractorie kennzeichnet. Da nun für eine kreisförmige Directrix die Tractorie ein mit dieser concentrischer Kreis wird, so lässt sich für solche Curven der Abstand der Mittellinien der Räderpaare oder der Directrix und der Tractorie leicht aus dem Radius R der Directrix und dem Achsabstand t des Wagens berechnen (siehe vorstehend Fig. 42).

Es ist $x = R - r$.

wo aber $r = \sqrt{R^2 - t^2}$ wird

$x = R - \sqrt{R^2 - t^2}$.

In Paris ist $R = 1000$ Centim.

$t = 275$ Centim.,

in Folge dessen ist dort

$$x = 1000 - \sqrt{1000^2 - 275^2}$$
$$= 1000 - 962$$
$$= 38 \text{ Centim.}$$

Wie schon erwähnt, haben die diese Linie befahrenden Wagen ein drehbares Vordergestell und gleichfalls auf der Vorder- und Hinterachse je ein loses Rad, so dass jedes den wirklich zurückzulegenden Weg durchläuft und kein Zwängen stattfindet.

Durch geeignet geformte Gussstücke wird das eine Gleis in zwei und umgekehrt, die zwei wieder in eines zusammengeführt.

Damit die Vorderräder genau das für sie bestimmte Gleis treffen, sobald der Kutscher den Drehschemel durch das Lenken der Pferde dreht, ist auf der Lauffläche des Gleises bei b eine Hohlkehle nach dem Radius des Hinterrades eingegossen; diese liegt von der Weichenspitze in einem Abstand gleich der Entfernung des Radstandes.

Sobald der Kutscher also durch den zweiten Ruck am Wagen fühlt, dass das Hinterrad sich in die Hohlkehle gesenkt, hält er still und dreht, und fährt erst dann an, sobald das Vordergestell des Wagens normal zu der Curve steht. Um den Wagen während des Drehens genau in der arretirten Lage zu halten, legt der Conducteur bis zur Beendigung der Drehung einen Keilklotz vor das Rad.

Beim Durchfahren der Curve wird das Vorderrad durch den Spurkranz, der auf demselben ist, sicher auf seinem Gleise geführt und schliesslich durch das Weichstück und die Gradstellung des Drehschemels wieder auf das anschliessende gerade Gleis geleitet.

Eine ähnliche Construction mit vier Schienen, die zum Kreis vollendet ist, findet sich zum Umkehren der Wagen am Quai du Louvre der Abgangsstation nach Vincennes und Versailles (siehe Fig. 1 u. 2 auf Tafel LI), bei welcher Anlage dieselben Herz- und Gussstücke mit den Hohlkehlen für das hintere Rad verwendet sind. Auch hier ist der Abstand der beiden Schienen 1 und 2 = 0,38 Centimeter.

d) Kopenhagen. System Keiffler. Das System Keiffler ist eine Combination des System Horwarth (Genf) und Barth (Aigburth). Die beiden Schienen nach Fig. 13 auf Tafel XLVI haben je ein ungefähres Gewicht von 12,5 Kilogr. pro laufenden Meter. Dieselben ruhen auf Lang- und Querschwellen, welche durch lange sich kreuzende Nägel verbunden sind. Die Schiene ist von oben durch Versenknägel befestigt.

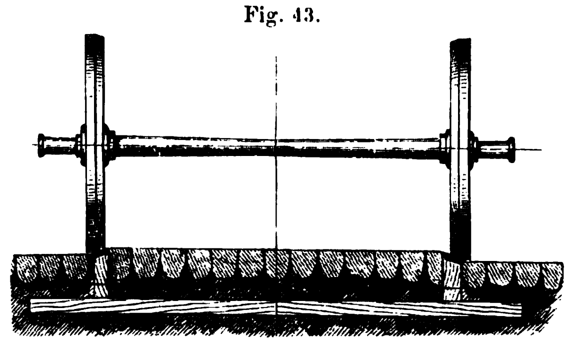
Ein Nachtheil dieser Construction ist, dass die Langschwelle auf der oberen Kante zur Aufnahme der Schiene ausgenuthet werden muss. Aus dieser Nuth ist das einsickernde Wasser schlecht zu entfernen und daher eine schnelle Zerstörung der Langschwelle zu befürchten. Es empfiehlt sich zur Entwässerung, seitlich von der Nuth einige schräge Löcher einzubohren oder einzelne Aussparungen anzubringen.

Die zugehörigen Wagen siehe Taf. LXI, Fig. 1—4 und Taf. LVI, Fig. 5—9. Berlin-Weissensee und Hamburg-Altona mit ähnlichem Unterbau.

e) Elberfeld-Barmen. System J. Büsing. In Elberfeld-Barmen ist das Profil Fig. 14 auf Tafel XLVI verwendet; die Schiene nimmt, wie die Kopenhagener, die Last symmetrisch zur Mitte auf; die Nagelung ist wie in Berlin, Danzig etc. mit Hakennägeln ausgeführt, die Querschwellen liegen ca. 1 Meter von einander; die Schwellenverbindung ist durch Winkel hergestellt. Wagen vergl. pag. 367.

f) System H. Bright. Mr. H. Bright schlägt vor, für Strassenbahnanlagen Flachschienen, welche nach der Aussenseite des Gleises geneigt sind, anzuwenden. Die Räder bekommen Bandagen, die nach den Innenseiten konisch abgedreht und nach Aussen cylindrisch sind. Siehe Fig. 43.

Fig. 43.



Durch diese Construction sollen die Weichen in Fortfall kommen. Wenn auf das Pflaster ausgebogen werden soll, so drücken die Pferde gegen die Deichsel des beweglichen Vordergestells und verlassen mit Leichtigkeit das Gleis.

Diese Anlagen würden eine sehr starke Abnutzung der Räder und der Schienen haben, da die conische Fläche der Räder sich auf der schiefen Lauffläche der Schiene mit verschiedener Umfangsgeschwindigkeit abrollt, was ein ununterbrochenes Schleifen der Bandage auf der Schiene hervorbringt.

The Engineer 1868, V. 26, p. 161 u. 162.

g) System Addis. Einschienige Bahnen. Aehnlich dem Larmanjat'schen System (s. Capitel V, 2) hat Addis eine einschienige Bahn (Fig. 15 auf Tafel XLVI) entworfen, bei welcher die Seitenschienen gänzlich in Fortfall kommen und der Unterbau der Schiene ganz aus Eisen hergestellt ist; die Laufschiene wird durch einzelne Stützplatten, die in angegebener Weise geformt werden, getragen.

Abbildung der Transportwagen etc. findet sich in The Engineer 1870, V. 29, p. 376; ditto der Schienen, in Engineering 1870, p. 184.

§ 13. Specielle Constructionen der Bahnanlagen für gewöhnliches Strassenfuhrwerk. — Anlagen mit freiem Verkehr für die Strassenfuhrwerke, beziehungsweise Transport- und Bahnwagen mit glatten Rädern sind ihrer Einfachheit und Billigkeit wegen zu empfehlen. Sie bieten besonders den Vortheil, dass die auf dem Gleis mit beförderten Lasten an jeder Stelle dasselbe verlassen und ohne Umladung auf Landwegen, eventuell mit Vorspann weiter befördert werden können, was bei Flantschrädern nicht der Fall ist. Für Anlagen ausserhalb der Stadt auf Chaussee oder Landwegen eignet sich besonders das Henry'sche System.

a) System Henry. Fig. 16 u. 17 auf Tafel XLVI. Das Gewicht der Schiene ist ziemlich bedeutend — 20 bis 21,5 Kilogr. — Dieselbe wird direct in das im Boden hergestellte und mit Kies ausgefütterte Bett verlegt, siehe Fig. 16 u. 17. In Folge der grossen Widerstandsfähigkeit, welche die Schiene durch ihre Rippen hat, wird der Druck vortheilhaft übertragen, und sollen sich diese Anlagen nach der Allgemeinen Bauzeitung sehr gut bewährt haben. Die Schienen sind in je drei Meter Entfernung durch eine Querverbindung (ca. 15 Millim. Durchmesser) gehalten. Stärkstes Gefälle solcher Anlagen 7 Procent. Geringster Curvenradius 7½ bis 10 Meter. Eingehendes findet sich in der Allgemeinen Bauzeitung 1858, p. 73.

b) Luneville-St. Vie. Eine andere Construction von Henry für die Bahnanlage von Luneville nach St. Vie in den Vogesen ist mit Steinwürfelunterbau hergestellt. (Fig. 18 auf Tafel XLVI.) Schiene und Anker werden durch die Nägel, welche in das Holzfutter im Steinwürfel geschlagen werden, gemeinsam gehalten. Bei Wegeübergängen bekömmt die Schiene auf beiden Seiten Rippen (U-form). Bei beiden Anlagen muss für gute Entwässerung gesorgt werden. Illustrirte Eisenbahn-Zeitung, Wien 1865, p. 161.

c) System Ad. Adhémar (mit Hohlschiene). Für das Innere einer Stadt bringt die Allgemeine Bauzeitung 1858 p. 73 das concave Profil Fig. 20 auf XLVI sehr empfehlend in Vorschlag und beansprucht demzufolge, dass sämmtliche Wagen statt der bisher üblichen glatten Bandagen halbrunde führen sollen; derartige Gleisanlagen sollen sich dann durch die ganze Stadt in sämmtlichen Strassen, wenn möglich, doppelgleisig ziehen. Der Oberbau soll auf Béton hergestellt werden. Das Flachprofil ist eventuell mit Rippen zu versehen.

d) System Bridges Adams. Bridges Adams bricht eine Lanze für ähnliche Anlagen in der Zeitschrift des Hannoverschen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1872, p. 415 und will sämmtliche Räder an den Wagen lose und den Betrieb mit Dampf hergestellt wissen. Auch in The Engineer 1873, V. 35, p. 248 sind die Profile Fig. 44 und 45 für gleichen Zweck in Vorschlag gebracht.

Fig. 44.

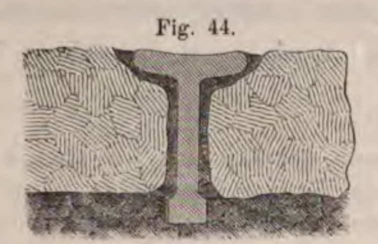


Fig. 45.



e) **Granitbahn.** Der Vollständigkeit halber seien hier noch die Granitbahnen erwähnt, die den gleichen Zweck wie die vorstehenden haben.

Eingehende Kostenermittelungen über die Granitbahnen in Turin, Mailand und Berlin finden sich: Allgemeine Bauzeitung 58, p. 71; The Engineer 1873, V. 35, p. 248, mit Abbildung; Berlin. Zeitschrift für Bauwesen 1851, p. 345.

Die in Berlin in der Wilhelmstrasse zur Ausführung gekommene Bahn (Fig. 21 auf Tafel XLVI) hat Granitschwellen von $2^m,5 - 4^m,0$ Länge, $0^m,73$ Breite und ca. $0^m,20$ Dicke; dieselben sind mit einer Mauerschicht von 20 — 25 Centim. stark untermauert und sodann in Cementmörtel verlegt, die Stossverbindung der einzelnen Schwellen ist in einfacher zweckmässiger Weise erfolgt. An beiden Enden der Schwelle sind nämlich ca. 12 — 15 Centim. von der Oberfläche Nuthen eingehauen,

in welche die Schenkel des T-förmigen Schuhes fassen. Nach der Längenrichtung hat dieser Schuh einen doppel-T-förmigen Querschnitt und verhindert das Versetzen der Stösse in der Breitenrichtung, wie die anderen Schenkel dasselbe in der Höhenrichtung unmöglich machen.

Die in der Nuth bis an die Oberfläche hervortretende Rippe hat den Vortheil, dass sie das Abbröckeln der Steinkanten verhütet und sich somit an den Stössen keine Schlaglöcher im Granit bilden. Diese Schlaglöcher bilden sich jedoch jeweilig 30 — 40 Centim. hinter diesen Stössen, da die Rippe des Schuhes, wenn sie auch nur um Geringes vorsteht, den federnden- oder Lastwagen in die Höhe schleudert und dieser rückwirkend die Schlaglöcher in angegebener Weise bildet. Bei Regenwetter kann man genau an diesen Stellen Wasserpfützen stehen sehen.

Die Rippe nutzt sich allerdings mit den Schwellen ab, jedoch nicht in gleichem Verhältniss. Sollen die aus dieser Veranlassung entstehenden Schlaglöcher beseitigt werden, so muss von diesen Rippen zeitweilig einmal ein Spahn abgehauen werden.

Nach Ausspruch des Herrn Baurath Lanz in Berlin, der diese Bahn zu unterhalten hatte, findet eine Vermehrung dieser Anlagen deshalb nicht statt, weil dieselben sich zu hoch in den Anlagekosten und der Unterhaltung stellen.

Aus gleichem Grunde, wie bei den Gleisen der Pferdebahn, setzen sich zuerst auch hier die ersten Anpflastersteine an beiden Seiten der Bahn, oder es fahren sich leicht Nuthen in das Pflaster. Die Bahn wurde im Jahre 1851 — 1852 gelegt und musste 1866—1868 erneut werden.

Auch in Kopenhagen hat man jetzt versuchsweise Granitbahnen (hinter Hotel d'Angleterre) angelegt. Die Steine dort haben ca. 35 Centim. Breite.

§ 14. Ausweichungen. Die Weichen der Strassenbahnen verdanken ihre Eigenthümlichkeiten hauptsächlich der Erwägung, dass alle beweglichen Theile im Niveau der öffentlichen Strasse schwer zu erhalten sind, dass vorstehende Böcke etc. vermieden werden müssen, besonders aber, dass bei der grossen Zahl der Züge und der zerstreuten Lage der Weichen Bedienungspersonal für die Weichenstellung möglichst vermieden werden muss.

Bei Weitem die grösste Zahl der Weichen ist an den Ausweichstellen zu verwenden, d. h. an den Stellen einer eingleisigen Bahn, wo zum Vorbeilassen des entgegenkommenden Wagens ein Nebengleis gelegt ist, welches an beiden Enden in die Hauptbahn mündet; deshalb war man bemüht, feste Weichen zu schaffen, welche ohne Weichensteller befahren werden können. Diese Weichen werden aber alle nur in einer Richtung befahren, und dadurch ist die Aufgabe, selbstthätige Weichen zu erfinden, wesentlich erleichtert. Fig. 1—6 auf Tafel XLVIII geben verschiedene derartige Ausweichconstructionen. Nur ausnahmsweise bei Abzweigungen, welche in der Regel nicht benutzt werden (Eingang zu Wagenschuppen, welche nicht am Ende einer Bahn liegen, zu Reparaturwerkstätten etc.) oder bei solchen, welche in wechselnder Richtung befahren werden (z. B. bei Spaltung einer Linie in zwei) finden auch Stellweichen Verwendung. Je nachdem der gerade Strang Curvenabzweige nach rechts oder links schickt, oder sich in zwei solche Curven auflöst, unterscheidet man Linksweichen Fig. 1, 2, Rechtsweichen Fig. 3, 4 oder Mittelweichen Fig. 5, 6 auf Tafel XLVIII.

a) Weiche mit fester Zunge. Die älteste selbstthätige Weiche mit fester Zunge war eine Abzweigung einfachster Construction, im Grundriss wie in

Fig. 46 dargestellt; das Schienenprofil war an allen Stellen gleich, die Lauffläche lag durchweg in einer Ebene. Das Einlaufen in den einen oder anderen Strang wurde nur durch geeignetes Lenken der Pferde bewirkt. Diese Einrichtungen sind jedoch bald verlassen worden und nicht zu empfehlen, da sie häufige Entgleisungen bei unrichtiger Lenkung der Pferde veranlassten.

Fig. 46.
Maasst. = 1:30.

Hamburger Weichen. Werden derartige Weichenstücke verwendet, so muss man den Gleisen an der Ausweichstelle eine Lage wie bei den ersten Hamburger Pferdebahnen geben. Diese Ausweiche ist in Fig. 6 auf Taf. L dargestellt, und werden Entgleisungen dadurch verhütet, dass der kommende Wagen am Anfange der Weiche in seinem Lauf geradeaus verbleibt und durch die Curve ins Hauptgleis wieder einbiegt; aber auch bei dieser Anordnung verwendet man besser die auf Taf. XLVIII Fig. 1 u. 2 dargestellten Weichenstücke, welche gestatten, mit voller Sicherheit auch in Curven einzulenken, und daher Ausweichdispositionen, wie solche in Fig. 3, 4 u. 5 auf Tafel L dargestellt sind, möglich machen, welche Dispositionen der Hamburger Weiche, Fig. 6 auf Tafel L, vorzuziehen sind, weil sie die Curvenstrecke kürzen und die Strasse für kürzere Strecken im normalen Verlauf stören.

Das Wesentliche dieser Weichstücke besteht darin, dass die Innenschienen des Strangs, in welchem der Wagen laufen soll, im Weichenstück etwas tiefer gelegt wird, als die des anderen, so dass letztere Zwangschiene für erstere wird. Zugleich wird, sofern der Wagen in die Curve einlaufen soll (Rechtsweiche zum Rechtsfahren und Linksweiche zum Rechtsfahren Fig. 1 u. 2 Taf. L) die Aussenschiene als Flachschiene noch über den Tangentenpunkt hinaus erhalten, um ein zwangloses Durchlaufen der Curven in den Weichstücken zu ermöglichen (vergl. p. 300).

Beim Ausfahren aus der Curve erleidet das Innenrad einen kleinen Stoss, indem es am Tangentenpunkt von der einen Schiene auf die andere hinabfällt. Der Stoss ist indess kaum merklich, nicht ärger als ein etwas schlechter Schienenstoss.

Die eigenthümliche Gestaltung des Weichenstücks ist aus den Querschnitten (doppelte Grösse der Grundrisse) zu ersehen. Die Curven haben den nach § 3d zu berechnenden Normalradius (ca. 50 Meter) zu erhalten, und befährt sich die Weiche dann leicht, sicher und zwanglos.

b) Weichen mit beweglicher Zunge. Eine Weiche mit beweglicher Zunge, sogenannte Schnappweiche, ist auf Tafel XLIX in Fig. 5 dargestellt. Die Weichenzunge *a* ist keilförmig und an ihrem dicken Ende durch zwei Niete fest mit dem gusseisernen Weichenstück *b* verbunden. Sie ist aus Stahl, elastisch und so angebracht, dass sie sich fest an den Strang legt, welchen der einfahrende Wagen vermeiden soll, und schliesst somit den ersteren. Der aus dem anderen Strange kommende Wagen drückt mit dem Radflantsch die Zunge zur Seite, welche nach dem Durchfahren von selbst durch ihre Federkraft zurückschnappt.

Schnappweichen finden sich namentlich auf belgischen Strassenbahnen, functioniren aber nicht so sicher, als die vorstehend genannten, da kleine Steine, Eis und Schnee leicht den Rückgang der Zunge hemmen.

Selbstredend ist die Schnappweiche nur bei constanter Fahrrichtung verwendbar.

Wenn man die Zunge ähnlich wie bei der Schnappweiche construirt, statt der festen Vernietung aber einen Charnierbolzen einsetzt, so erhält man eine stellbare Weiche einfachster Construction, Fig. 1 u. 2 auf Tafel XLIX.

Das Verstellen geschieht von Hand durch einen einfachen Hakenstock mit selförmiger Zwinge. Die Zunge wird bloss auf einer Seite des Stranges angeht, während auf der anderen der Einlauf in beide Stränge gleich frei ist.

Die Anordnung genügt in den meisten Fällen selbst ohne alle Signale, sofern ein verantwortlicher Weichensteller angestellt ist, da durch falsche Weichenstellg bei Strassenbahnwagen eben keine grosse Gefahr entsteht.

Versieht man eine Ausweichstelle am Ein- und Ausgang mit einer solchen eiche, so besorgen die Radflantschen des einen Wagens das Umstellen der Zunge für n anderen, wenn nur die Kreuzung regelmässig stattfindet; die in gleicher Richtung ommenden Wagen fahren dann stets abwechselnd einmal rechts, einmal links.

Diese Anordnung hat indess ihr Bedenkliches, wenn man den Weichensteller paren will, sobald eine Unregelmässigkeit im Betriebe entsteht; ausserdem hat sie och die Fehler der Schnappweiche.

Für seltener benutzte Weichen, an welche man keine Wärter anstellen will, muss man eine Construction wählen, welche nicht, wie die vorstehenden, muthwillig oder durch Zufall (Strassenfuhrwerk u. dergl.) verstellt werden kann. Hierfür haben sich die in nachstehenden Figuren 47 und 48 angegebenen Constructionen gut bewährt, sobald für eine vollkommene Entwässerung der Kasten gesorgt wird.

Fig. 47.

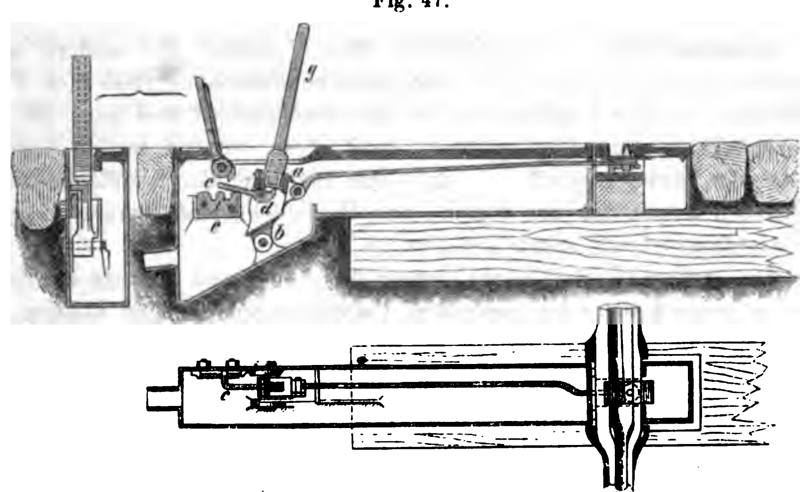


Fig. 48.

In dem Gusskasten, dessen Breite zwischen die Knaggen des Weichstückes, Fig. 1 u. 2 auf Tafel XLIX, passt, ist der Stellerschuh *a* um den Punkt *b* drehbar. In diesem Stellerschuh liegt der Klinkhebel *c*, der um *d* ebenfalls drehbar ist und dessen eines Ende in den Stellerschuh nach oben aufgebogen, während das andere Ende zur Seite umgebogen ist. An den Gusskasten ist die Tasche *e* angegossen, in welcher die Klinkplatte *f* liegt, die mit zwei Einschnitten versehen ist, welche in solchen Entfernungen ausgearbeitet sind, wie der Hub der Zunge es bedingt. Wird dieser Klinkhebel nun in die eine oder andere Kerbe gelegt, so wird die Zunge der Weiche für den rechten oder für den linken Strang festgestellt sein.

Durch das Einstossen des Stellerhebels *g*, dessen unteres Ende auf den Klinkhebel drückt, wird dieser selbst ausgeklinkt; die Zunge kann dann mittelst des Hebels bewegt werden und bleibt in dieser Stellung fest, sobald der Hebel herausgezogen wird und der Klinkhebel wiederum in die Klinkplatte einfällt.

Eine einfachere Art der Feststellung der Zunge ist die, welche in Fig. 3 auf Tafel XLIX gegeben und die sich besonders da empfiehlt, wo das Gleis der Strassenbahn mit Fabriketablissements in Verbindung steht, wo also gewöhnlich der grössere Verkehr auf dem einen Gleise stattfindet, das Fabrikgleis hingegen nur zeitweilig benutzt wird. In diesem Fall bekommt das Weichengussstück am Ende der Zunge nach unten eine Verstärkung, die kastenartig ausgespart ist. In diese Aussparung wird der mit einer starken Hohlkehle versehene Schlusskeil *a* eingedrückt, wodurch also die Zunge *b* verhindert wird, sich bewegen zu können; das Gleis ist mithin immer für die eine Richtung geöffnet. Sobald dieser Keil *a* auf die andere Seite der Zunge, nachdem diese hinübergedrückt ist, in die Gussaussparung hineingedrückt wird, ist das Gleis für die andere Richtung geöffnet.

Das Entfernen des Keiles kann durch einen geeignet geformten Schlüssel, wie punktirt angegeben, bewirkt werden.

c) Herzstücke. Ein zweckmässiger Winkel der Herzstücke für die Normalweichen ist 1:6 (Fig. 6 auf Tafel XLIX). Die Tiefe der Spurnuth ist nach den Spitzen S und S_1 hin verringert, wie aus dem Querschnitt *e f* zu ersehen, und läuft hier der Flantsch des Rades mit auf, um das Verdrücken der Spitze zu vermindern. Die Weichenherzstücke, sowie Gussschienen macht man am Besten von einer Hartgusslegirung, nicht von Hartguss (Gruson, Buckau bei Magdeburg).

Am Herzstück Fig. 7 ist der eine Strang gerade, der andere mit durchgehender Curve à Rad. 30 Meter für eine Zungenausweichung links (zu Fig. 1 u. 2 auf Tafel XLIX). — Die Flachschiene ist hier durchgeführt und nur, um den Stoss beim Passiren der Spurrinne zu mildern, nach dieser zu von beiden Seiten um die Flantschhöhe des Rades vertieft, so dass das Rad mit der Lauffläche zum Tragen kommt. An den Kopfenden der Weich- und Herzstücke sind Schuhe angegossen, in denen die Anschlussschiene sicher gelagert ist.

Mit den gegebenen und beschriebenen Weichen- und Herzstückmodellen wird man in den meisten Fällen den gestellten Anforderungen genügen können, ohne auf geringere Curven als 30 Meter Radius hinabgehen zu müssen.

Die Gussplatten in den Keilräumen der Weiche werden so weit geführt, bis ein grosser Pflasterstein den genügenden Platz zwischen den beiden Schienen findet und sich somit im Pflaster an diesen Stellen keine Schlaglöcher bilden, die ein Einklemmen der Strassenwagen zur Folge haben können.

Fig. 1 auf Tafel L giebt die Schwellentheilung einer Normaldoppelweiche rechts à 50 Meter Radius. Fig. 2 die Schwellentheilung einer Doppelzungenweiche rechts à 30 Meter Radius. Beide Anordnungen für $2^m,625$ Gleisentfernung und mit Herzstücken 1:6. — Bei den Fig. 3 bis 7 sind die Schwellentheilungen ebenfalls angegeben.

Die Herz- und Weichstücke liegen auf durchgehenden Holzklötzen von der Höhe der Langschwellen, die der Form des Gussstückes angepasst sind.

d) Gleiskreuzungen. Kommen Anlagen vor, welche vorhandene Gleise kreuzen müssen (Locomotivbahnen oder Strassenbahngleise), so ist, wenn irgend möglich, eine rechtwinklige Kreuzung zu vermeiden, denn Locomotivbahngleise dürfen an solchen Stellen nicht unterbrochen werden, und so gewinnt man bei einer schrägen Kreuzung den Vortheil, dass bei Ueberschreitung der Locomotivgleise zur Zeit nur ein Rad ohne Führung ist, während dasselbe die fremde Schiene passirt.

Ist die Strassenbahnanlage doppelgleisig, so empfiehlt es sich für die Sicherheit des Publikums und um die Aufmerksamkeit des Bahnwärters nicht zu theilen,

diese vor und hinter den Gleisen der Locomotivbahnen durch Weichen zusammenzuziehen und die Strassenbahn nur eingleisig über das Bahnterrain zu führen.

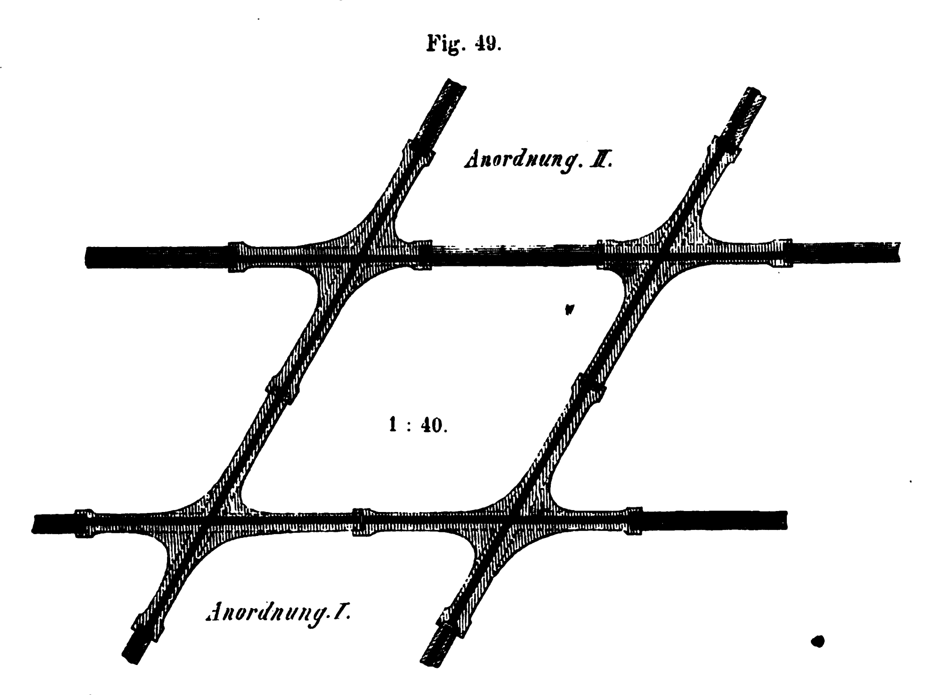
Eine wie vorbeschriebene Gleiskreuzung ist die durch Fig. 1—4 auf Tafel LXII dargestellte. Dieselbe ist in Fig. 2 zur Hälfte für Bohlenbelageindeckung gezeichnet; hierzu gehört der Schnitt *a b* Fig. 3 — zur anderen Hälfte für Auspflasterung der Gleise mit Steinen; hierzu gehört der Schnitt *c d* Fig. 4. Diese Kreuzung ist die der Berlin-Stettiner Eisenbahn mit der Grossen Berliner Pferdebahn in der Badstrasse. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind die Eisenbahnquerschwellen theilweise mit zur Aufnahme der Pferdebahngleisanlage verwendet und ist so dem ganzen Unterbau eine gegenseitig vollkommen sichere Lagerung gegeben.

Der Kreuzungswinkel wurde daselbst, da die Achsen der beiden Bahnen nahezu senkrecht auf einander stehen, zu 80° 32′ genommen. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, dass jeweilig drei Räder der passirenden Pferdebahnwagen in dem Gleise sicher geführt werden können. Zwischen der Curve, die vor der Weiche liegt, und dem Eisenbahngleise ist eine gerade Strecke auf $1^1/_2$—2 Achsstandlängen des Pferdebahnwagens genommen, damit der Wagen das Eisenbahngleis nicht in einer Curve passirt. In angegebener Entfernung verzweigt sich dieses eine Gleis durch Weichen und wird sodann wieder doppelgleisig.

Wie aus dem Schnitt Fig. 3 ersichtlich, ist die Eisenbahnschiene ganz unversehrt, die Streichschiene jedoch für den Radflantsch des Pferdebahnwagens auf die nöthige Tiefe und Breite durchgekreuzt.

Es kommt, wie aus der Radumfangslinie *c d* ersichtlich, auf der Streichschiene *e* und e_1 die Radfläche des Pferdebahnwagens zum Tragen, auf der Hauptschiene jedoch, wie die Radflantschumfangslinie *a b* zeigt, der Flantsch.

Fig. 49.



An der Aussenseite der Hauptschiene sind auf dem Querholm *f* die einzelnen Stahlplatten *g* gelegt, welche auf denselben mit starken versenkten Holz- und Mutterschrauben festgeschraubt sind.

Erst in der gesetzlich vorgeschriebenen Entfernung von der Aussenkante tritt die Pferdebahnschiene über die Oberkante der Eisenbahnschiene vor. Dem Flachstück *g* ist eine grosse Auflagfläche zu geben, damit der Druck des passirenden Wagens vertheilt wird.

Der Schnitt *c d* Fig. 4 zeigt dieselbe Construction mit Auffutterklotz *h*, um für den Unterbau der Locomotivbahn die nothwendige Höhe für das Pflaster zu bekommen. Bei dieser letzten Construction ist die Streichschiene fortgelassen und das Pflaster bis dicht an die Schiene gesetzt.

Fig. 5—7 Taf. LXII zeigt die frühere Kreuzung der Berlin-Charlottenburger Strassenbahn mit der alten Berliner Verbindungsbahn am Brandenburger Thor.

In Brüssel sind für die kreuzenden Pferdebahnwagen die Aussparungen für den Flantsch auch in der Hauptschiene der Locomotiv-Eisenbahnen durchgehauen.

Gleiskreuzungen zweier Pferdebahngleise sind, wenn thunlich, ebenfalls nicht rechtwinklig zu machen. Die Kreuzungsstücke selbst mache man, wie in vorstehender Fig. 49 angegeben, von Gusseisen nach Anordnung I oder II. Den Schenkeln ist mindestens eine Gesammtlänge von einem Meter zu geben, damit die Kreuzungsstücke eine solide Auflage bekommen.

Werden Kreuzungen von Strassenbahnschienen gemacht, so ist diesen eine gemeinsame Unterlagplatte zu geben.

Fig. 8—11 Taf. LXII geben die Construction der Kreuzungsstücke einer Locomotivbahn mit einer Schmalspurbahn aus Hartguss (Gruson, Buckau bei Magdeburg).

e. Weichen für Locomotiv- und Strassenbahngleise. Um das Gleis der Verbindungsbahn in Berlin auch für Pferdebetrieb nutzbar zu machen, war die Einlegung von Weichen zur Kreuzung der Wagen erforderlich.

Die auf Tafel LIII dargestellte Construction ist von Herrn Maschinenmeister Werchan der Niederschlesisch-Märkischen Bahn entworfen und auf dem Kohlengleis der Gasanstalt in der Eisenbahnstrasse ausgeführt.

Der Locomotivbetrieb beschränkt sich nur auf die Nachtzeit; es war daher nur eine Weichenconstruction erforderlich, welche einerseits die Benutzung des Gleises (des Nachts) für Locomotiv- und andererseits (bei Tage) für Pferdebetrieb gestattete. Es wurde deshalb die bewegliche Zunge *n*, Fig. 2 auf Tafel LIII, sowie die Ausfüllstücke (*a* und *b*), Fig. 3 und 4 der Spurrinne so eingerichtet, dass sie beim Locomotivbetrieb ausser Berührung mit den Rädern gesetzt und in dieser Lage festgehalten werden können. Die Zungenspitze liegt in diesem Falle hinter dem Ende der Zwangschiene *o* wie ausgezeichnet, und wird in dieser Lage festgestellt durch die in der Zeichnung (Schnitt nach $\alpha\,\beta$) dargestellte Construction Fig. 8. Die Schraube (*c*) wird durch den seitlichen Ansatz (*d*) der Zunge und die Gabel (*e*) hindurchgeschraubt, wodurch die Zunge unbeweglich wird. Das Füllstück *a* liegt der Zungenspitze gegenüber, und das Füllstück *b* vertritt das Herzstück. Die Auflagen (*g* und *g'*) Fig. 3 bis 6) für die Füllstücke (*a* und *b*) sind am Steg der Schiene festgenietet (Schnitt nach $z—\varepsilon$) Fig. 5 und haben beiderseits unter 30 Grad abfallende Gleitflächen, auf welchen die Stützen (*h*) der Füllstücke von selbst abgleiten, sobald sie durch einen Hebel über die Nasen der Auflagen (*g*) gehoben sind. Die versenkten Füllstücke werden dann durch Pressung mittelst der Schraube (*f*) Fig. 7 auf der Sohle der Spurrinne festgestellt (Schnitt nach $\gamma\,\delta$). In den Schnitten nach $\eta—\vartheta$ und *i k* Fig. 2, 9 und 10 sind Drehpunkte und Auflagen (*i*) der Zunge dargestellt.

In Lüttich ist das Strassenbahngleis ebenfalls so eingerichtet, dass die Locomotiven der dortigen Locomotivfabrik dasselbe benutzen können, um von der Fabrik

ıch dem Bahnhof geschafft zu werden. Die dort verwendeten Weichen sind ähnlich ;n sonst üblichen Zungenweichen für Strassenbahnen, nur kräftiger gehalten. Ueber ıs dort verwendete Schienenprofil siehe p. 314 und Tafel XLIV, Fig. 14.

f) diverse Gleisanlagen. Auf Tafel LI Fig. 4, 5 und 6 sind einige comlicirte Gleisanlagen der grossen Berliner Pferdebahn gegeben. Die verwendeten 'eichenstücke sind die gewöhnlichen, wie auf Tafel XLVIII gegebenen, die Herzstücke ngegen sind in den meisten Fällen durch die Schienen selbst gebildet und gegen- ;hauen. Sind die Schienenkreuzungen der Art, dass sie durch einen geraden oder nen Querstrang gebildet werden, so muss die innere Curvenschiene mit der überhten Zwangschiene durchgelegt werden, wohingegen die Flachschiene gegen die ;rade Schiene angeschmiegt werden kann. Die Gleise der Friedrichsstrasse und lsasserstrasse Fig. 4, Elsasserstrasse und Lothringerstrasse Fig. 6, sowie Königsgrätzerrasse und Gitschinerstrasse Fig. 5, gehören zur Ringbahn, die in Berlin annähernd ;r alten Stadtmauer folgt. Es verzweigen sich von dieser, oder schliessen sich an iese die verschiedenen anderen Bahnen. (Gleisanlage Paris siehe p. 336).

§ 15. Einpflasterung oder Chaussirung der Gleise. — Bei sämmtlichen trassenbahnanlagen spielt die Frage der Einpflasterung oder Chaussirung der Gleise ne Hauptrolle, und die vielen Versuche, die man, zum Theil mit ausserordentlichem ostenaufwand, gemacht, beweisen zur Genüge die Wichtigkeit dieses Gegenstandes.

Als Befestigungsmittel der Strassenoberfläche bei Bahnanlagen haben wir:

1. Steinpflaster,
2. Macadam oder Chaussirung,
3. Asphalt, Beton oder Cementguss, sowie Klinkerpflaster.

'as Steinpflaster ist das weitaus Vorherrschende.

Bei sämmtlichen drei Befestigungsarten haben wir es mit denselben Uebelständen ı thun. Diese bestehen darin, dass, nachdem der Boden, welcher im Laufe der ahre festgefahren ist und sich gesetzt hat, bei Einlegung der Gleise auf ca. $0^m,4$ 'iefe aufgebrochen und gelockert wird, und sich nach Fertigstellung des Gleises von euem setzt.

Dieses Setzen des Bodens macht sich um so unangenehmer bemerkbar, da das ileis in Folge seines Schwellenauflagers auf festem Boden sich weniger setzt, als as neue Pflaster.

Um diesem einseitigen Sinken des Pflasters zu begegnen, hat man speciell in ngland, bevor die Gleise verlegt wurden, den Untergrund der Strasse auf ca. $0^m,6$ bgeräumt und für Doppelgleise bis zu ca. $5^m,1$—$5^m,4$ = 17—18 engl. Fuss breit ein 5 bis 20 Centim. starkes Concretbett hergestellt; das Mischungsverhältniss der untersten a. 7—8 Centim. starken Schicht war:

1 Theil Roman-Cement,	1 Theil Sand,
1 - Töpferthon,	6 Theile Whinstone-Metall.

liertiber kam eine Schicht von 8 bis 12 Centim. bestehend aus:

3 Theilen Steine,	1 Theil Portland-Cement,
3 - Sand,	1 - Thon.

lierauf wurde nach Erhärtung das Gleis verlegt, eine Kieslage übergebracht und soann das Pflaster zum Theil in flüssiges Bitumen (15 Kilogr. auf 0,028 Cubikm. ichlacke) gesetzt. Es ist hierdurch allerdings eine gemeinsame Unterlage geschaffen, ıb aber die Herstellungskosten mit dem erzielten Resultate in Verhältniss stehen, ist u bezweifeln.

Will man nicht derartige ausserordentlich theuere Maassregeln treffen, so wird es freilich zur Unmöglichkeit, ein Gleis herzustellen, welches ohne Weiteres nach Vollendung mit der Strassenfläche im festen Schluss liegen bleibt. Die Regel ist daher, dass man anfangs die gesunkenen Stellen nothdürftig ausflickt, bis die Witterung, Frost, Regen etc. ihre Einflüsse geltend gemacht haben, und dann nach Jahresfrist, wenn der Boden seine alte Consistenz wieder erlangt hat, Alles nochmals gründlich reparirt.

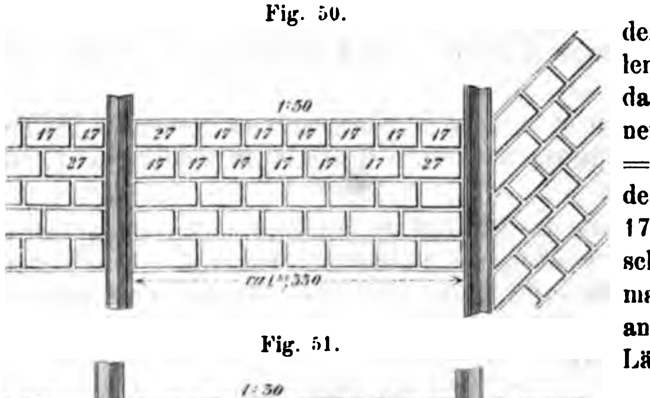
Es ist deshalb rathsam, dass die eingelegte Bahn möglichst dauerhaft gemacht wird, so dass sie möglichst lange liegen kann, ohne neue Aufhebungen nöthig zu machen. Dieser Zweck dürfte aber nur durch Eisenunterbau zu erreichen sein.

Beim Auspflastern des Gleises ist darauf zu sehen, dass der Boden zwischen und neben den Schienen zunächst den Lang- und Querschwellen gut gestampft wird und neben den Schienen nur ganz gesunde und grosse Steine, die eine vollkommen gute Basis haben, verwendet werden.

Kiesbett. Das herzustellende Pflaster muss ferner in ein mindestens 10 bis 15 Centim. starkes Bett von grobem und scharfem Kies gesetzt werden, um unter den Steinen eine gut entwässernde Schicht zu bilden, die das Auffrieren des Pflasters im Winter verhindert. Die Stärke des Bettes richtet sich somit besonders nach der Beschaffenheit des Untergrundes. Es wird z. B. bei Lehmboden das Bett stärker als bei Sanduntergrund zu machen sein.

Steindimensionen. Wird das Gleis mit rechteckig bearbeiteten oder Würfelsteinen ausgepflastert, so empfiehlt es sich, bei Wahl der Dimensionen der Steine Rücksicht darauf zu nehmen, dass die Steinreihen jeweilig mit einem grösseren Bindestein, der das Setzen des Pflasters im Verband gestattet, abschliessen.

Für diese Bindesteine nehme man die ca. $1\frac{1}{2}$fache Länge der Mittelsteine.



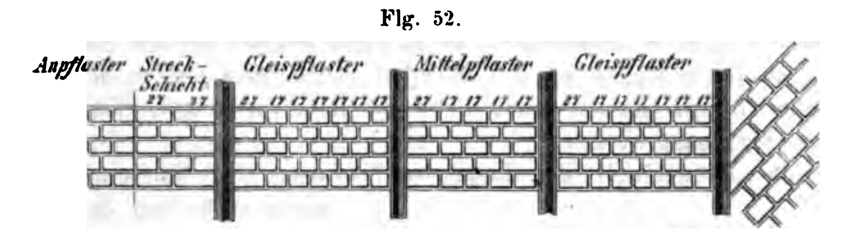
Der Zwischenraum zwischen den beiden Schienen bezw. Schwellen ist mit geringen Abweichungen, da das Normalspurmaass von Innenkante zu Innenkante der Schiene = 1,435 ist, ca. 1,330. Giebt man den Längen der Steine also ca. 17 Centim., so bekommt man zwischen den beiden Schienen, sobald man auch Rücksicht auf die oben angegebenen Bindesteine à ca. $1\frac{1}{2}$ Länge nimmt und für 8 Steinfugen ca. 4 Centim. abrechnet $\frac{1,330-40}{17}$ = 6 Steine à 170 Millim., und der Rest bleibt für den Bindestein 270 Millim. (Siehe Fig. 50).

Nimmt man die Steinlänge = 160 Millim., so ist die Theilung (Fig. 51) zu empfehlen.

Die oben angeführten Steindimensionen sind nicht allein für das Gleis, sondern bei Doppelgleisen wie in Berlin à 2^m,625 Gleisentfernung als Gleiszwischen- oder

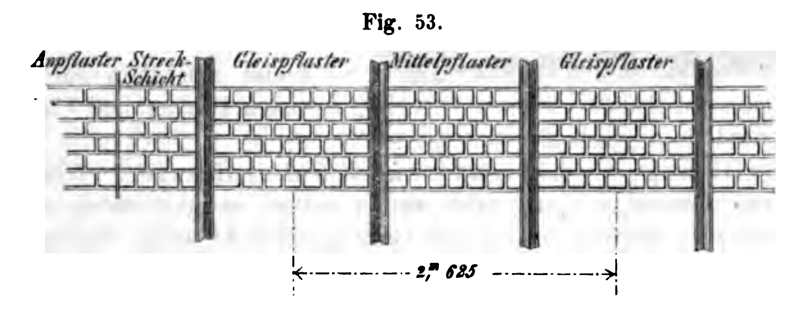
Mittelpflaster zu verwenden, wobei durch Aussortiren grösserer oder kleinerer Steine, je nachdem man derselben bedarf, das annähernd richtige Gesammtbreitenmaass erzielt werden kann. (Siehe Figuren 52 und 53.)

Fig. 52.



Vielfach trifft man das Bahnpflaster aussen durch eine Strassenschicht abgegrenzt, die in 40—66 Centim. Abstand von der Aussenkantenschiene gepflastert wird, wie auf Fig. 52 und 53 links gezeigt ist.

Fig. 53.



Zwar wird hierdurch der Vortheil erzielt, dass die den Gesellschaften fast allgemein obliegende Pflasterunterhaltung scharf begrenzt ist, aber auch der Nachtheil herbeigeführt, dass an der Aussenkante der Streckschicht der Verband aufgelöst ist und an der Streckschicht für das Strassenpflaster erst wiederum der Verband des Pflasters neu angelegt werden muss.

Vortheilhafter und besser für das Pflaster ist es, wenn das Anpflaster direct bis an die Schiene geht und Streckschichten nicht gezogen werden.

Ist das Strassenpflaster von unregelmässigen Kopfsteinen, das Bahnpflaster jedoch von rechteckig bearbeiteten Steinen, so empfiehlt es sich, trotz der Nachtheile Streckschichten anzulegen, oder die Kopfsteine zwischen die rechteckig bearbeiteten Steine einzubinden.

In Paris, Quai du Louvre, ist das Gleisanpflaster ohne Streckschicht nach den angegebenen Dimensionen der Steine à 170, 270 und 340^{mm} hergestellt. Dasselbe hat sich ganz vortrefflich gehalten und bewährt, und stellt sich dieses mit drei verschiedenen Steinlängen hergestellte Pflaster von Bruchsteinen bei grossen Quantitäten nicht theurer, als das von nur einer Steinlängendimension hergestellte Pflaster.

Die Steinbreite ist daselbst 10 bis 15 Centim., was zu empfehlen, da Steine mit zu grossen Kopfflächen den Pferden für das Anziehen zu wenig Widerhalt für die Stollen der Hufe gewähren.

Wird bei Bahnanlagen nach dem Vorstehenden verfahren und hat man nur sonst einen leidlich guten Untergrund, so ist Verfasser der Ansicht, dass die theuren Concretunterlagen etc. fortfallen können und dass man im Kies ein vorzügliches Bettungsmaterial für Pflaster hat.

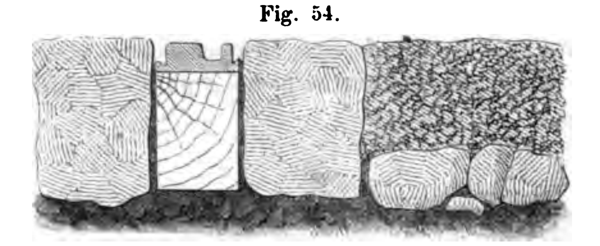
Ueber Gleispflaster siehe auch Stuttgart p. 323.

Gleischaussirung. Dasselbe, was Eingangs der Gleispflasterung gesagt wurde, trifft auch bei der Chaussirung zu.

Es wird sich die neu aufgebrachte Schüttung zunächst den Schwellen durch das öffentliche Fuhrwerk niederfahren, da es nicht möglich ist, die Steindecke durch das Walzen an den Schienen bezw. Schwellen gleich ganz fest zu bekommen. Die sich bildenden Rinnen müssen somit durch die Bahnwärter aufgefüllt und mit der Handramme abgerammt werden.

Für das Auswechseln der Langschwellen resp. das Nachstopfen derselben, sowie auch, um das Niederfahren der Chausseesteine unmittelbar an den Schienen selbst zu verhüten, ist es gut, wenn man neben den Schienen (Innen und Aussen) Strecken von einem Stein zieht (siehe nebenstehende Fig. 54). Zwar bildet sich dann ein Absatz zwischen Pflaster und Chaussee, aber die Schiene wird doch geschont.

Fig. 54.



Asphaltirung, Cementguss und Klinkerpflaster. Wenn die Gleise mit Asphalt oder Cementguss ausgeführt werden sollen, so muss vorher eine geeignete Unterlage geschaffen werden, auf die der Guss aufgebracht wird. Bei Asphalt genügt für die Strassen die Stärke von 3—4^{cm}, für Cementguss muss dieselbe mindestens 12—15^{cm} stark sein, um ein Durchbrechen durch eventuell entgleisende Wagen zu verhindern.

In Hamburg sind auf Brücken Gleise in Asphalt verlegt, bei denen sich oben (Lyndes Asphalt-Bahn) pag. 333 beregte Missstände des Abbröckelns und Auffrierens gezeigt haben.

Gleiches sieht man in den Promenaden in Stuttgart, wo Cementguss ausgeführt ist.

Wenn das Schienenprofil eine geschlossene Rinne hat, so ist speciell diesem Abbröckeln dadurch zu begegnen, dass der Guss sorgfältig bis an die Zwangschiene ausgestrichen und hier eventuell noch verstärkt wird.

Die beiden letzten Arten der Strassen-Befestigung sind im Winter allerdings durch Glatteis etc. für die Pferde weniger gut. Dieses dürfte jedoch bei sonst zu erreichenden Vortheilen durch Sandstreuen ebenso gut gehoben werden, wie bei den in fast sämmtlichen grossen Städten jetzt hergestellten Versuchsstrecken mit Cementguss-Befestigung der Strassen.

Klinkerpflaster. In Haag, Scheveningen, Amsterdam sind die Gleise und Strassen vielfach mit Klinkern gepflastert. Wenn dieses Material in so vorzüglicher Güte zu haben ist wie in Holland, so eignen sich Klinker vortrefflich zu diesem Zweck.

Holzpflaster. In neuerer Zeit werden vielfache Versuche, speciell in Amerika, mit Holzpflaster gemacht. Es würde von grossem Vortheil für die Pferde sein, wenn sich diese Art der Pflasterung bewähren sollte, da die elastische Unterlage für die Thiere nicht so dröhnend in den Beinen ist, wie dies bei Steinen der Fall. Erfahrungen darüber liegen aber bis jetzt nicht zur Genüge vor.

B. Betriebsmittel.

§ 16. Allgemeines über Strassenbahnwagen. — Die Wagen der Strassenbahnen weichen in ihrer Construction und Form wesentlich ab von denen der Locomotivbahnen.

Es liegt im Wesen der Strassenbahnen resp. des lokalen Verkehrs, dass die einzelnen Wagen sehr rasch auf einander folgen müssen, aber trotzdem, dass ein grosser Verkehr bewältigt werden muss, können dieselben doch nur kleine Dimensionen erhalten.

Insbesondere aber bedingt das häufige Anhalten und Wiederabfahren, sowie die theure Betriebskraft (meist Pferde) möglichste Vermeidung aller unnöthigen Gewichtsmassen.

Je weniger die Strassenbahn den Zwecken des lokalen Verkehrs innerhalb einer Stadt dient, also je weniger Anlass zum Halten vorliegt, desto mehr kann sich auch die Construction der Wagen der für Locomotivbahnen nähern, d. h. um so schwerer dürfen die Wagen werden, und um so mehr Personen dürfen sie fassen.

Die ersten Wagen waren mehr den Omnibussen nachgebildet und hatten auch wie diese 4 lose Räder. Diese Anordnung bedingt jedoch eine grosse Höhe der Wagen, damit die Räder frei unter den Sitzbänken gehen können.

Bald jedoch erhielten die Wagen mit festen Achsen die Oberhand, da sie eine weit bessere Construction der Achsbüchsen und sicherere Führung der Räder gestatten; hiermit wurde es auch möglich, die Räder kleiner zu wählen und den Wagen niedriger zu legen, also die Stabilität des Wagens wie die Bequemlichkeit für das Publikum zu vergrössern.

Durch die festen Räder war man jedoch genöthigt, da die Räder sich jetzt in den Curven nicht mehr zwanglos (wie bei den lose auf den Achsen sitzenden) bewegten, den Radstand zu verringern.

Diese Verringerung des Achsstandes ist aber gerade für die oben angeführte Bedingung, möglichst leichte Wagen zu schaffen, sehr erschwerend, da hierdurch die überladende Länge des Wagens grösser wird und derselbe daher stärker gehalten werden muss. Noch schwieriger wird die Sache dadurch, dass sich beim Strassenbahnwagen ein Perron vorn und hinten am Wagen als sehr wünschenswerth herausstellt und das Publikum für die Perronplätze eine besondere Vorliebe hat, sodass die Hauptlast am Ende der Träger wirkt. Ausserdem sitzen noch an dem äussersten Punkt der Perrons die Bremsspindeln, welche durch die Rückwirkung der Zugstangen beim Bremsen die Perrons hinunterziehen.

Diese Uebelstände zeigten sich denn auch bald, indem die Wagen, deren Unterbau von Holz hergestellt war, nach kurzer Zeit in der Gesammt-Construction auffallend durchgebogen wurden.

Die verbesserte Construction brachte dann an den Unterbau-Rahmhölzern und Perronträgern auf den Seiten hochkantige Flacheisen-Schienen an, die jedoch das gleiche Schicksal zu tragen hatten.

Sodann kamen Constructionen mit Unterbau und Doppel-T-Eisen. Diese genügten der Anforderung der Stabilität; man kam jedoch hierdurch auf das bedeutende Wagengewicht von 4000 Kilogr. incl. Achsen und Räder.

Die neuesten Constructionen nun greifen wieder auf das Holz zurück, weichen jedoch dadurch wesentlich von den früher verwendeten hölzernen Langträgern ab, dass der Trag-

[illegible] hannen den Hängewerken [illegible] Es wurden diese [illegible] der Haupt- [illegible]

[illegible] die [illegible] von vielen Fabri- [illegible] empfohlen werden.

[illegible] dass die Decksitzwagen [illegible] immer gegenüber des [illegible] günstiges Resultat [illegible] ziehenden Last.

[illegible]

[illegible]	[illegible] %	der zahlenden Last.
[illegible]	[illegible] %	
[illegible]		
[illegible]	[illegible] %	
[illegible]		
[illegible] Tender	[illegible]	

B. [illegible] den Pferdebahnen [illegible] und [illegible] Mal [illegible]

[illegible] Betrieb der Gleisbahnen [illegible] des Wagenkastens für den offenen Wagen [illegible] wesentliche Unterschiede [illegible] indem dieselben theils mit Langsitzen [illegible] theils mit Quersitzen, wie [illegible] werden.

Letztere Anordnung [illegible] Wagen [illegible] den Nachtheil, dass der Mittelgang [illegible] Wagen [illegible] Gründen unvermeidlich ist, und da die Breite der Wagen die des gewöhnlichen Fuhrwerks nicht wesentlich übersteigen darf, nur [illegible] Sitzplätze [illegible] Reihe angeordnet werden können.

[illegible] Wageneintheilung [illegible] hat den ferneren Nachtheil, dass die [illegible] Wagenseite [illegible] auf der Rückfahrt stärker belastet ist, als die andere [illegible] eine ungleichmässige Inanspruchnahme und Abnutzung des Oberbaues und des Wagens eintritt. Ausserdem gestalten sich diese Wagen nicht ökonomischer in Länge und Breite, vielmehr wird nicht einmal die gleiche Sitzbreite erzielt, wie bei den Wagen mit Langsitzen. Stephenson nimmt hierfür [illegible] Person. Ein Vortheil dieser Anordnung ist allerdings, dass der Mittelgang jederzeit ungehindert passirt werden kann, was bei den Langsitzen nicht so [illegible] zu gehen pflegt.

Dieser erwähnte Vortheil wiegt jedoch die angegebenen Nachtheile nicht auf. [illegible] ist es, wenn wie bei den offenen Sommerwagen in Brüssel die Bänke ganz der Quere nach durchgehen (Fig. 1 u. 2 Taf. LV). Hier geschieht der Ab- und Auftritt zu den Wagen von der Seite direkt, und ist daher auch kein Mittelgang.

Die Federung der Wagen ist fast allgemein durch Gummicylinder hergestellt, [illegible] auch vielfach Versuche mit Blattfedern gemacht worden sind. Diese haben [illegible] gegenüber dem [illegible] den Nachtheil, dass sie einmal wesentlich schwerer, [illegible] Nachtheil, dass sie, wenn der Wagen wenig besetzt ist.

zu steif sind und daher nicht federn, in stark besetzten Wagen sich aber wieder zu stark durchbiegen und leicht zusammenstossen, da man bei diesen kleinen Wagen nicht wohl, wie bei den Eisenbahnwagen, diese Federn zwischen ihren Aufhängepunkten lang machen und hierdurch ein sanftes Spiel der Federn erzielen kann.

Für die angenommene Eintheilung »Ein- und Zweispänner« sei noch erwähnt, dass diese Bezeichnung nicht so stricte zu nehmen, sondern dass dieselbe auch von der Stärke der Pferde besonders mit abhängt. Wir treffen z. B. Einspänner mit zu befördernder Personenzahl bis zu 36, Fig. 10—12, Taf. LV, desgl. p. 363 bis zu 32 Personen. Diese Wagen laufen in Haag und Lille mit einem sehr starken Pferde, hingegen bieten die p. 359 und 360 beschriebenen zweispännigen Wagen (Wien) nur Platz für je 30 Personen. Die Wahl der Wagen bedingt somit auch die Wahl der Pferde und umgekehrt.

§ 17. Wahl der Wagen für eine zu betreibende Linie. — Die Entscheidung der Frage: sollen für eine zu erbauende Linie Ein- oder Zweispänner, oder Zweispänner mit Decksitzen gewählt werden, richtet sich, wie schon angegeben, nach den örtlichen Verhältnissen, und lässt sich hierüber etwa Folgendes sagen:

Sind die Bedürfnisse für den Verkehr derart, dass es darauf ankommt, recht häufig zu fahren, und liegt die Bahn z. B. mitten in der Stadt, wo das Publikum nur immer kleinere Strecken fährt, so werden sich die Einspänner, bei stärkerem Verkehr die Zweispänner ohne Decksitze empfehlen; die Wagen mit Decksitz deshalb weniger, weil der Conducteur, wenn oben mit dem Einkassiren des Geldes beschäftigt, die Ein- und Aussteigenden des unteren Wagens nicht gut controliren kann. Handelt es sich dagegen um Massentransporte auf grösseren Strecken, z. B. Berlin-Charlottenburg, wo das den Wagen einmal bestiegen habende Publikum die ganze Strecke durchfährt, das Publikum also nicht unterwegs wechselt, so haben hier die, wenn auch schweren Decksitzwagen, welche 56, ja 60 und mehr Personen fassen, ihre Berechtigung. Lassen sich die Verhältnisse vorher klar übersehen, welche Wagensorte für den Betrieb die vortheilhafteste ist, so wird man in der Lage sein, auch den Unterbau der zu erwartenden Belastung entsprechend zu wählen. Es soll bei der späteren Beschreibung der Wagen von den verschiedenen Gattungen jeweilig nur einer eingehend behandelt werden, um Wiederholungen zu vermeiden.

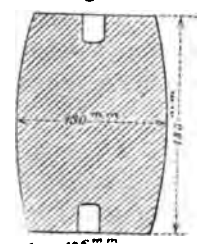
§ 18. Wagen mit festen Achsen zum ausschliesslichen Betrieb der Gleis-Anlagen. Offene zweispännige Strassenbahnwagen. Construction der Esslinger Fabrik. — Fig. 1 auf Taf. LIV stellt zur Hälfte Längenansicht, zur Hälfte Längendurchschnitt, Fig. 2 zur Hälfte Endansicht, zur Hälfte Querschnitt, Fig. 3 zum Theil obere Ansicht, Horizontalschnitt und Grundriss des Untergestelles eines zweispännigen offenen Wagens der Stuttgarter Pferdebahn dar.

Der Radstand beträgt $1^{m},890$. Die Räder haben einen Durchmesser von 720^{mm}, die 84^{mm} starken Achsen und 84^{mm} breiten Bandagen sind von Bessemerstahl, der Radstern von Schmiedeeisen, die Nabe von Gusseisen; das eine Rad ist auf der Achse festgekeilt, das andere läuft lose auf der Achse, um das Durchlaufen der scharfen Curven der Bahn (von 20—50 Met. Rad.) leicht zu ermöglichen. Zu dem Ende ist an dem inneren Nabenhals der Achse eine schmiedeeiserne Scheibe warm aufgezogen, an welche sich die innere Seite der Nabe anlegt; an der äusseren Seite der Nabe ist eine ähnliche schmiedeeiserne Scheibe mittelst angedrehten feinen Gewindes aufgeschraubt, und wird vermittelst Druckschrauben, welche am Rande hindurchgehen, das Losdrehen verhindert (siehe Fig. 7, Taf. XIV). Die Achsen haben an den äussersten Enden ihre Lagerhälse. Ein Paar Räder mit Achse und Bandagen wiegt 338 Kil.

Die Achsbüchsen sind zur Oelschmiere von unten eingerichtet. Fig. 8 und 9 stellen 2 Verticalschnitte, rechtwinklig zu einander, und Fig. 10 einen Horizontalschnitt in grösserem Maassstabe dar. Das gusseiserne Lagergehäuse besteht aus einem flachen Obertheil *a* und büchsenförmigen Untertheil *b*, die durch zwei Schrauben zusammengehalten werden. Am vorderen Ende ist eine Oeffnung zum Revidiren der Schmiervorrichtung und Eingiessen von Oel angebracht, welche durch einen Deckel *c* mittelst lederner Unterlegscheibe und zweier Schrauben dicht verschlossen wird. Am hinteren Ende ist zur Herstellung eines dichten Verschlusses um den Achsenhals eine zweitheilige Holzscheibe *d*, die durch eine Feder aus Draht zusammengehalten wird und in einer entsprechenden Vertiefung von beiden Achsbüchsentheilen ruht, angebracht.

Diese Achsbüchse enthält oberhalb die Messingschale *e*, welche an der Lagerfläche mit einer Composition aus Blei und Antimon ausgegossen ist. In dem Untertheil wird mittelst einer am Boden angegossenen Führungsbüchse und eines an dem Holzklötzchen *f* unterhalb angeschraubten runden eisernen Zapfens, sowie durch 4 seitlich angebrachte verticale Leisten *g*, das auf dem Klötzchen befestigte Plüschpolster senkrecht geführt und an beiden Enden durch darunter befestigte leichte Spiralfedern an den Achsschenkel sanft angedrückt. Innerhalb der Federn herabhängende Saugdochte führen das Oel nach dem Polster und Achsschenkel.

Fig. 55.



Auf dem Obertheil der Achsbüchse ist oberhalb in der Mitte eine Warze *g* angegossen, welche in eine entsprechende Höhlung von der Kautschuktragfeder *h* passt. Diese Feder besteht aus einem massiven Gummikörper (bester Qualität) von nebenstehendem Querschnitt (Fig. 55) und wiegt pro Stück 4,125 Kilogr. In die beiden Höhlungen oben und unten treten die erwähnten Warzen von der Achsbüchse und eine ähnliche, die an dem gusseisernen Achsenhalter *k* angegossen ist. Die Achsenhalter bilden an dem unteren ausgehobelten Theil senkrechte Führungen für die Achsbüchsen, umfassen mit dem oberen Theil die Kastenschwellen und sind mit diesen durch je 3 Schrauben und die an den Enden angeschraubten Streben *i* aus Flacheisen verbunden.

Das Wagengestell ist sehr einfach und fast ganz von Holz ausgeführt; es besteht aus zwei Kastengestellen *l* von 100×100^{mm} Stärke und $4^m,31$ Länge, welche nur von Plattform zu Plattform reichen; diese sind an den Enden durch zwei Kopfschwellen *m* von 125×100^{mm} Stärke, sowie in der Mitte durch sechs mittlere Querschwellen *nn* von 60×100^{mm} Stärke miteinander durch Zapfen und angeschraubte Eckwinkel verbunden.

In der Mitte unter den Quer- und Kopfschwellen läuft durch die ganze Länge des Wagens ein Langbaum *o* von $6^m,75$ Länge und 100×65^{mm} Stärke und ist mit denselben durch Bolzen mit Muttern verschraubt. Auf beiden Seiten von diesem Langbaum sind an jedem Ende noch je zwei kurze Langhölzer *pp* von 60^{mm} Dicke und 150^{mm} grösster Höhe, welche sich bis zur nächsten mittleren Querschwelle erstrecken und mit dieser und der Kopfschwelle verschraubt sind, angebracht; dieselben dienen zur Unterstützung der Plattform.

Diese Plattformen sind 870^{mm} lang und $1^m,30$ breit; der Boden derselben ist durch Latten von 60^{mm} Breite und 20^{mm} Dicke mit kleinen Zwischenräumen zum Ablaufen des Regenwassers etc. hergestellt. Dieselben sind nur 660^{mm} über Schienenoberkante angebracht, und es führen auf dieselben von jeder Seite kleine Treppen mit je zwei Stufen.

Die Plattformen werden an den Enden durch ein geschweiftes 300^{mm} breites und 60^{mm} dickes Kopfstück *q*, auf welchem eine Blechgallerie mit Handleisten befestigt ist, abgeschlossen.

Ausserhalb der Gallerie ist an jedem Ende die Bremsspindel *r* angebracht, so dass die Bremse von jeder Plattform aus angezogen werden kann; zu dem Ende wirken die Zugstangen von beiden Bremsspindeln auf einen in horizontaler Richtung unter der Mitte des Langbaums auf einem Sattelstück angebrachten Hebel *s* und von diesem aus mittelst weiterer Gestänge auf die Querhölzer *tt*, welche auf der Rückseite der Bremsbacken eines jeden Räderpaares befestigt sind. Ebenso ist, um die Wagen an den Endpunkten der Bahn nicht drehen zu müssen, an jedem Ende des Wagens in der Mitte über dem Kopfstück und dem Langbaum eine schmiedeeiserne Gabel *u* zum Anschluss der Deichsel angebracht und mit jenen Theilen in kräftiger Weise verschraubt. Mittelst eines an einem Kettchen hängenden Bolzens wird die Deichsel mit dieser Gabel verbunden, und um die Deichsel in nahezu horizontaler Lage zu erhalten, ist unterhalb derselben eine schräge, schmiedeeiserne Gabelstütze angebracht, mit welcher sich die Deichsel an den senkrechten, zwischen eisernen Platten unterhalb des Langbaums befestigten Drehbolzen *v* stützt. Jede Deichsel ist mit Waage für zwei Pferde versehen. Um den Stoss für die Pferde beim Anziehen des Wagens zu lindern, liegt die Waage nicht fest auf der Deichsel, sondern gegen einen Kautschuk-Cylinder *w*. (Fig. 11 Taf. LIV erläutert diese Einrichtung.)

Der an den Enden und oberhalb ganz offene Wagenkasten wird durch vier Ecksäulen von 95×80^{mm} Stärke, welche bis unter das Dach reichen und auf jeder Seite durch je drei Mittelsäulen, welche bloss bis zur Brustwehr reichen, umrahmt, und diese werden auf der halben Höhe der Brustwehr noch verriegelt. Unterhalb dieser Riegelhölzer sind die Seitenwände stark eingezogen oder geschweift, so dass die lichte Weite an den Kastenschwellen $1^m,672$ und oberhalb der Brustwehr $1^m,920$ beträgt. Die Seitenwände sind bis zur Brüstungshöhe ausserhalb leicht verschalt und mit sorgfältig gespanntem und abgeschliffenem Eisenblech bekleidet. Innerhalb sind diese Wände durch eine auf Nuth und Feder gearbeitete Holzbekleidung verschalt. Zur Versteifung der Wände sind zwischen der doppelten Holzverschalung noch die Streben *x* aus Flacheisen angebracht und mit den Kastenschwellen und Brüstungsrahmen verschraubt.

Der Fussboden ist in einer Höhe von 702^{mm} über Schienenoberkante mit 25^{mm} starken Dielen auf Nuth und Feder hergestellt, über den Rädern ausgeschnitten und mit erhöhten Raddeckeln versehen.

Das Dach besteht aus einem Rahmen von 120×55^{mm} starkem Eichenholze, in welchem neun leichte bogenförmige Spriegel, in gleichen Entfernungen eingelassen, mit 14^{mm} starken Brettern auf Nuth und Feder verschalt und mit einem wasserdichten Leinwandüberzug nach dem im 2. Bde. auf p. 322 mitgetheilten Verfahren überspannt sind.

Das Dach ruht auf den vier Ecksäulen und ist mit diesen durch Zapfen und angeschraubte Eckwinkel verbunden, ausserdem wird es in der Mitte durch die vier eisernen runden, auf die Brustschwelle geschraubten Säulen, sowie an den die beiden Plattformen überdeckenden Enden durch schmiedeeiserne Consolen *yy* unterstützt.

Das Dach ist ringsum durch ausgeschnittene und bemalte Blechverzierungen eingefasst, hinter welchen an beiden Langseiten Vorhängstangen angebracht sind, um sich durch das Vorziehen der an Ringen aufgehängten Zwillichvorhänge gegen Sonnenschein und sonstige Witterungseinflüsse schützen zu können.

Die Sitze sind ganz von Eisen, auf einer Seite des Wagens für je zwei Personen, auf der anderen für je eine Person.

Die Zahl der Sitzplätze ist	21
Stehplätze auf einer Plattform 7×2 . .	14
Stehplätze im Wagen	11
Daher Summe der Plätze	46.

Für die Stehplätze im Innern ist unter der Decke an den Spriegeln die Stange *z* von Rundeisen befestigt, damit die stehenden Passagiere sich während der Fahrt festhalten können.

Ausserdem ist jeder Wagen noch mit zwei Laternen ausgestattet. Ein solcher Wagen wiegt vollständig fertig 2235 Kilogr.

Offener zweispänniger Pferdebahnwagen mit durchgehenden Quersitzen. Construction Evrard Brüssel. Weitere Anordnungen für offene Strassenbahnwagen sind auf Taf. LV Fig. 4, 5, 6 aus der Fabrik Nivelles Belgien, gegeben. Diese Wagen laufen in Brüssel. Das Gewicht des Wagens mit schmiedeeisernen Speichenrädern Fig. 4—6, Taf. LV ist complet 1600 Kilogr.
mit Deck - - 1800 -
für gusseiserne Scheibenräder je 100 - mehr. — Dieselben enthalten jeder 35 Plätze und sind im Sommer äusserst angenehm zu befahren. Auf den aussen herumführenden Trittbrettern kann der Conducteur bequem zu jedem Passagier gelangen. Die Rücklehnen sind zum Umklappen, wie bei den amerikanischen Eisenbahnwagen.

§ 19. Offener einspänniger Strassenbahnwagen. Construction der Mödlinger Locomotivfabrik. Die Figuren 9—12, desgl. 5—8, Taf. LX bieten Gelegenheit, auf eine Construction aufmerksam zu machen, welche man vermeiden muss. Es ist etwas dem Auge entschieden Angenehmes, dass man an den Pferdebahnwagen neuester Construction die Räder nicht aussen laufen sieht wie bei den Omnibussen etc., sondern dass dieselben theilweise verkleidet sind. Letzteres ist bei diesen Wagen nicht der Fall.

Ausserdem bekommen dieselben bei der gedrungenen Länge und verhältnissmässig grossen Höhe gar leicht das Aussehen einer Kippkarre oder Kieslowry. Auch die Schmierung der Achsen ist ungünstiger, als bei den Constructionen mit aussen liegenden Achshälsen.

§ 20. Geschlossene zweispännige Strassenbahnwagen mit Decksitz. Construction der Esslinger Fabrik. — Fig. 4 auf Tafel LIV stellt zur Hälfte Querschnitt, zur Hälfte Längenschnitt, Fig. 5 eine Endansicht, Fig. 6 zur Hälfte obere Ansicht, zur Hälfte Horizontalschnitt, zum Theil unter, zum Theil über den Bänken genommen, dar.

Der Radstand, die Räder, Achsen, Federn, Achsenhalter, Achsbüchsen und Bremsen sind genau so, wie bei den in § 18 beschriebenen Zweispänner-Wagen in Stuttgart. In neuerer Zeit hat man jedoch angefangen, die schmiedeeisernen Räder mit Stahlbandagen durch Scheibenräder von Hartguss zu ersetzen oder solche ganz von Gussstahl einzuführen, die, sobald sie flache Stellen durch das Schleifen auf der Schiene beim Bremsen bekommen, nachgedreht werden können.

Ebenso stimmt die Construction des Untergestelles von diesen Wagen mit den vorher beschriebenen offenen Wagen p. 353 überein, jedoch sind die hier gezeichneten Plattformen an den Enden bei den ersten vier Wagen nur 580mm lang. Es hat sich diese Länge aber als zu klein erwiesen, und wurde daher bei allen später gebauten

Wagen die ganze Länge des Wagens beibehalten, der Kasten jedoch von $4^m,685$ auf $4^m,193$ reducirt, in Folge dessen nur 8 Fenster angebracht wurden.

Der Wagenkasten ist oberhalb von aussen $2^m,062$ breit, unterhalb der Sitze jedoch bedeutend eingezogen, wie bei dem vorher beschriebenen offenen Wagen, und an den Kastenschwellen von aussen nur $1^m,860$ breit.

Das Rahmenwerk des Kastens besteht aus 4 Ecksäulen, an jedem Ende aus 2 Thürsäulen und an jeder Seitenwand aus 8 resp. 7 Mittelsäulen, die in der Sitzhöhe, unter und über den Fenstern noch verriegelt sind. Die Kastenschwellen sind durch ein seitlich an diese angeschraubtes Sprengwerk aus Rundeisen *a*, das sich bis unterhalb der Sitzbänke erhebt, noch verstärkt.

Alle Fenster an den beiden Langseiten können heruntergelassen werden; deren Rahmen sind aus polirtem Mahagoniholz gefertigt. Die oberen abgerundeten Fenster aus Milchglas mit Dessin sind fest. Ausserdem sind innerhalb der Seitenfenster noch ganz aus Mahagoniholz gefertigte, in den Seiten versenkte Jalousien angebracht, welche heraufgezogen und festgestellt werden können.

Die Thüren an den beiden Endwänden haben eine Weite von 612^{mm}, sie sind mit festen Fenstern versehen und zum Schieben nach der Seite eingerichtet; zu dem Ende ist dieser Theil der Endwand verdoppelt, sowie oberhalb und unterhalb der Thüren eiserne Führungen angebracht sind, während in dem anderen Theil der Endwände sich je ein Fenster zum Herablassen befindet. Ausserdem sind die Endwände oberhalb der Thüren noch mit Ventilationsschieber *b* (Fig. 5) ausgestattet.

Die Sitzbänke im Innern des Wagens sind längs der beiden Seitenwände angebracht, dieselben sind aus Mahagoniholz mit feinem Rohrgeflecht gefertigt. Im Winter werden die Geflechte mit Saffiankissen belegt. Die Rücklehnen behalten Sommer und Winter Saffiankissen. In jedem Wagen befindet sich unter einem Sitz ein verschliessbarer Kasten zum Aufbewahren von vergessenen Gegenständen. Längs des mittleren Ganges sind oben an der Decke zwei Laufstangen *c* mit herabhängenden Riemen angebracht, damit sich die während der Fahrt ein- und aussteigenden Passagiere daran halten können.

Das in ähnlicher Weise wie bei den vorher beschriebenen Wagen construirte Dach ist mitten in der ganzen Länge des Wagenkastens stärker gewölbt, um die Tragfähigkeit für die oben angebrachten Sitzplätze zu erhöhen. Die in der Mitte längs laufenden beiden Sitzbänke werden ausserdem aus einem Rahmenwerk von hochkant stehendem Holze unterstützt und durch eiserne Spannstangen zusammengehalten. Die Sitze dieser Bänke sind von Latten gebildet, und wird die für beide Bänke gemeinschaftliche Rücklehne durch gedrechselte Säulchen getragen. Um zu den oberen Sitzplätzen gelangen zu können, sind von den Plattformen an beiden Enden des Wagens bequeme schmiedeeiserne Wendeltreppen mit neun aus je drei Stäben gebildeten Stufen und Handleisten angebracht. Die Handleisten schliessen sich an das eiserne Schutzgeländer, welches um das ganze Wagendach herumläuft, an.

Ferner ist vor den oberen Sitzbänken bis zum Schutzgeländer und auf den Vorderdächern über den Plattformen ein freiliegender Lattenrost befestigt, damit der Dachüberzug durch das Auf- und Abgehen der Passagiere nicht beschädigt werde.

Ausserdem war bei den ersten vier dieser Wagen ein aus Eisenblech construirtes Zeltdach über den oberen Sitzen angebracht.

Dieses Zelt hat sich jedoch nicht bewährt und wurde deshalb bald wieder beseitigt. Wenn das eiserne Zeltgestell solide genug gebaut ist, beschwert dasselbe den

Wagen zu sehr. Derartige Zeltdächer werden jetzt meistentheils von geöltem Drillich hergestellt.

Die Zahl der Plätze bei dieser Gattung Wagen ist bei allen neueren Wagen

innere Sitzplätze	16
obere -	20
Stehplätze auf jeder Plattform 7×2 . .	14
Zusammen	50 Plätze.

Zur Beleuchtung dieser Wagen von innen ist an jedem Wagenende eine hübsch gearbeitete Laterne mit Stearinlicht angebracht. Ferner befindet sich an jedem Ende eine Laterne aussen am Wagen, welche folgendermaassen angeordnet sind: das Licht wird durch den Reflector auf das Gleis geworfen, auf der Seite befindet sich eine 25 $\square^{cm}$ grosse viereckige Oeffnung zur Beleuchtung der Treppe. An der hinteren Seite der Laterne sind zwei kleine Gläser (an den Seiten des Reflectors) angebracht, welche den oberen Boden mit beleuchten.

Endlich befindet sich längs in der Mitte des Wagens unter dem Verdeck noch ein Glockenriemen, wodurch es den Passagieren ermöglicht ist, an jeder Stelle das Zeichen zum Anhalten zu geben.

Die fertigen Wagen wogen pro Stück 2565 Kilogr. Da jedoch oft 70, ja zuweilen 90 Personen pro Wagen transportirt werden mussten, wurden die Theile so verstärkt, dass ein Wagen 3000 Kilogr. und zuletzt 3200 Kilogr. Gewicht erhielt.

Diese beiden Sorten von Pferdebahnwagen wurden in vorzüglicher Ausführung von der Maschinenfabrik Esslingen gebaut.

Construction John Stephenson. New-York. Die neuesten Wagen die von Stephenson New-York (auch Evrard Brüssel und sonstigen renommirten Fabriken) gebaut, werden in ihren Kasten und Untergestellen hauptsächlich von Holz hergestellt.

Der Stephenson'sche Wagen mit Decksitz (Fig. 1—4, Tafel LVI) hat eine Länge

des Kastens. . . .	$4^{m},900$
jeder Perron $1,430^{m}$ =	$2^{m},860$
Gesammtlänge	$7^{m},760$.

Die grösste Breite derselben ist	$2^{m},000$
die grösste Höhe ohne Sonnenzelt (also bis Oberk. Rücklehnen über Schienen-Oberkante), ...	$3^{m},250$
der Achsstand ist	$1^{m},830$
das Totalgewicht des Wagens incl. Achsen und Räder	2500 Kilogr.

Der Wagen fasst:

Sitzplätze im Innern . .	20
Decksitzplätze	24
Perronstehplätze 2×6 =	12
zusammen	56 Personen.

Die beiden seitlichen Rahmenhölzer *a* von 90^{mm} Höhe und 30^{mm} Breite haben nur eine Länge des Kastens von $4^{m},900$. Dieselben sind an den Enden durch die Stirnhölzer *c* 70^{mm} hoch und 120^{mm} breit verbunden; zwischen diesen beiden Stirnhölzern sind noch 4 Querträger *f*, angenommen 75^{mm} breit, 80^{mm} hoch, die gleichzeitig zur Aufnahme des Fussbodens im Wagen dienen.

In die beiden breiten Stirnhölzer *e* sind die 4 Ecksäulen 100×95 eingezapft und mit Eisenwinkeln befestigt.

Die beiden Langhölzer *a* Fig. 1 und 2 sind durch die Zugstangen *b*, à 13^{mm} Dtr., welche durch die zwei Stützen *c* getragen werden, armirt. An die Enden der Zugstangen ist Gewinde geschnitten, um die Langträger spannen zu können, sobald sie sich durchbiegen. Auch die Stütze *c* ist oben mit Gewinde versehen, um den Abstand der Zugstangen von den Langträgern reguliren zu können. An beiden Stellen sind Contre-Muttern zu nehmen. Die Widerlager *a* Fig. 1 u. 3 für die Enden der Zugstangen sind aus Flacheisen 5×77 gebildet und an den Enden im Winkel aufgebogen, die um die Langschwellen und Ecksäulen des Kastens greifen und so sämmtliche Ecktheile sehr solide verbinden und selbst sehr gut gehalten werden.

Die Perrons werden durch 4 Consolhölzer getragen, deren grösste Höhe 155^{mm} und deren Breite 45^{mm} ist; nach den Enden verjüngt sich diese Höhe auf 50 und 60^{mm}. Um dieselben durch die Befestigung an die Stirnschwelle *e* nicht durch Durchbohren zu schwächen, greift ein Schraubenblattband um dieselben. Zwei dieser Consolhölzer oder Perronträger sind mit ihren Enden unter der Langschwelle *a* befestigt, die beiden Mittelperronträger gehen bis an den ersten Querträger *f* und sind hier befestigt. Diese vier Enden sind wiederum durch eine dickere Bohle à 40^{mm}, die den Schluss des Perrons bildet, untereinander gehalten. Die andere Abdeckung des Perrons ist nur 20^{mm} stark, da dieser Theil den Zusammenstössen mit anderen Fuhrwerken nicht so ausgesetzt ist.

Die Mittelsäulen sind aus 30^{mm} starkem Holz gebildet und in dieselben zwei Nuthen (für die Fenster und die Sonnenjalousien) auf die Tiefe von 8^{mm} eingehobelt, sodass der Kern der Säule noch 14^{mm} bleibt. Diese Mittelsäulen sind unten in den Langträger *a* eingezapft und oben durch das Kopfrahmholz *g*, welches mit den Ecksäulen *h* verbunden ist, solide befestigt.

Die Deckenspriegel *i* 30×30^{mm} sind aus krumm gewachsenem Holz geschnitten und oben mit einander verzapft. Zwischen diesen Spriegeln läuft der Länge nach das Rahmholz *k*, welches einestheils die Ventilationsfenster-Oeffnungen unten begrenzt, anderntheils und vornehmlich den Zweck hat, der Spannstange *l* als Widerlager zu dienen.

Die ganze tragende Construction der Decke ist, in höchst genialer Weise, in die sich im Bogen unter der Decke und an den Spriegeln längs ziehenden zwei Gasrohre gelegt und durch diese auf die beiden Stirnwände übertragen. Diese eisernen Gasrohre *t*. à 20^{mm} sind an jedem zweiten Spriegel mit den Grifösen Fig. 11, Taf. LVII befestigt oder umfasst. In diese Gasrohre ist an den Enden Gewinde geschnitten, und greifen zwei Schrauben *m* mit grossem Kopf, die durch die Stirnwände gesteckt werden, in dieselben.

Durch Anziehen der Schrauben *m* wird also das Gasrohr, da es im Bogen liegt, gespannt und stützt jetzt durch die Grifösen jeden zweiten Spriegel. Das bereits erwähnte Rahmholz *k* dient dabei als Strebe, so dass die beiden Stirnseiten nicht zusammengezogen werden. Die Deckbretter, die bis an das Rahmholz gehen, verhindern dieses ebenfalls. Auf die oben horizontalen Querstücke *n* der Spriegel sind direct dünne Bretter gelegt, und auf diesen die Sitzbänke für das Deck eingerichtet.

Zu den Decksitzen führt von beiden Perrons eine bequeme Treppe, die jeweilig an den rechten Seiten mündet. Die Passage von der einen auf die andere Seite des Wagens geht über die mittelst Eisenwinkeln angeschraubten Regendächer. Auf dieselben sind Cocus-Matten gelegt. Diese Regendächer sind mit 4 Mittelspriegeln unter-

stützt, und diese, wie auch die Decken der Wagen, sind mit Leinwand überzogen und mit Deckenfirniss und weisser Farbe angestrichen, um im Sommer gegen Erwärmung des Wagens zu schützen. Die Wagendecken sind mit einem Lattenrost geschützt. Dieser Schützrost muss so eingerichtet werden, dass er leicht entfernt werden kann, und muss ebenfalls luftig gemacht sein, damit die Decken-Leinwand bei nassem Wetter und der täglichen Abwaschung nicht fault.

Die Geländer am Wagen wie an der Treppe sind von Gasrohr à 20mm äusseren Dtr. durch Winkel und T-Stücke hergestellt. Die Treppe ist aussen mit Blech verkleidet. Die Stufen sind von Holz, die auf einem an die Wange genieteten Winkeleisen mit ruhen.

Dis Treppe ist durch eine Stütze von Rundeisen, sowie durch zwei geschmiedete Doppelwinkel mit dem Kasten verschraubt. Ueber Achsen, Räder etc. siehe Wagendetails pag. 369—375.

§ 21. Geschlossene zweispännige Strassenbahnwagen ohne Decksitz. — Construction der Hernalser Waggonfabrik. Die Fig. 1—4 auf Taf. LX stellt die Wiener Pferdebahn-Personenwagen dar, welche von der Hernalser Waggonfabrik-Actiengesellschaft in Wien gebaut wurden.

Der Wagen ist im Allgemeinen ähnlich den letzten Typen der Wiener Tramways gebaut. Die Langträger, aus Blech und Winkeleisen gebildet, gehen unter der ganzen Länge des Wagens und der Perrons durch.

Die Träger geben sowohl den Kasten als auch der Plattform eine solche Stabilität, dass ein Durchbiegen resp. Abbrechen dieser letzteren unmöglich gemacht erscheint, und gewähren bei der grössten Solidität zugleich den Vortheil der grössten Einfachheit und Leichtigkeit der Construction.

Die übrigen Theile des Traggerippes sind ebenfalls in Eisen gedacht, und ist hierbei consequent bei rationeller Vertheilung des Materials die grösstmögliche Leichtigkeit angestrebt worden.

Der Achsstand beträgt 1m,500,
der Durchmesser der Räder 0m,790,
die Länge der Achsen zwischen den Lagerhalsmitten 1m,818.

Die Wagen hängen auf vier Blattfedern von 1m,100 Länge. Die Bruststücke und die Spritzwand sind aus Eisen construirt.

Die Wagenabweiser von Winkeleisen verbinden die Bufferenden mit den Enden der Bruststücke.

An den Bruststücken, Plattformträgern und den Endtraversen sind die Auftritte befestigt, und zwar so, dass die Rückwand und die hintere Seitenwand des Auftrittes an die Plattformträger und Endtraversen flach angenietet sind.

Der Kasten hat 12 innere und 6 äussere Sitzplätze, die Länge derselben ist 4m,000, die Breite 1m,930 und die Höhe im Lichten 2m,070.

Die Säulen der Seitenwände sind mit ihren unteren Enden nicht in Holz verzapft, sondern mittelst schmiedeeisener Winkel am Langträger befestigt.

Die Thüren sind auf zwei diagonal gestellten Rollen zum Verschieben eingerichtet.

Die Bremse ist so eingerichtet, dass mittelst horizontalen Zuges zu gleicher Zeit alle 4 Räder gleichmässig gebremst werden. Die verticale Bremswelle und die Bremsspindel besitzen ein gemeinschaftliches Doppellager. Das Totalgewicht beträgt 1800 Kilogr.

Geschlossener zweispänniger Pferdebahnwagen mit Eintheilung für I. und II. Classe. Aehnlich dem soeben beschriebenen Wagen der Wiener Pferdebahn ist der Wagen Fig. 7—9, Taf. LV mit I. und II. Classentheilung, ebenfalls in Hernals gebaut.

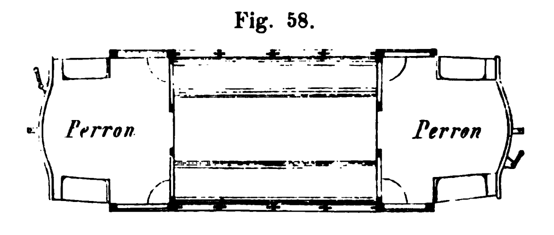
Derselbe enthält Platz für 6 Personen I. Classe
- - - - 12 - II. -
sowie . . . . . . 10 Perronplätze
zusammen 28 Personen.

Die Kastenlänge ist . . . . 4^m,400
Die Kastenbreite . . . . 2^m,000
Die lichte Kastenhöhe . . . . 2^m,070
Die Gesammthöhe über Oberkanten-Schiene ca. 3^m,200.

Die Bespannung ist für 2 Pferde.

Diese Wagen bauen sich, wenn von I. und II. Classeneintheilung abgesehen wird, nach nebenstehender Skizze (Fig. 58) ganz vortheilhaft, wenn man Langsitze wählt und nur für 12 Personen Sitzplätze nimmt. Hierdurch bekommt man grosse zum Theil gedeckte Perrons, die jeder 10—12 Personen fassen, sodass der Wagen Platz für zusammen 36 Personen bietet. In den Ecken auf den Perrons sind noch 4 gerundete Sitze angebracht.

Fig. 58.



Solche Wagen laufen auf der Linie Berlin-Charlottenburg, und einspännig für ca. 24—26 Personen in Breslau und Magdeburg.

Construction der Fabrik Nivelles, Belgien. In Fig. 1, 2 und 3, Taf. LV ist ein sehr geschmackvoll ausgeführter geschlossener Zweispänner mit ganz eisernem Untergestell dargestellt. Derselbe bietet

Sitzplätze I. Classe für . . . . . 8 Personen
- II. - - . . . . . . 8 -
sowie auf jedem Perron 6 Stehplätze = 12 -
zusammen 28 Personen.

Diese Wagen sind in Nivelles in Belgien gebaut und wiegen ca. 2400 Kilogr. mit Achsen und Rädern.

Die angewendeten grossen Fenster sehen gegenüber den langen schmalen Fig. 1, Tafel II der Wiener Wagen sehr gentil aus.

Die Bremsen-Construction etc. ist die gleiche wie bei den anderen Wagen von Evrard und Stephenson.

Construction John Stephenson New-York. (Fig. 1—5, Taf. LVII). Die Hauptdimensionen sind denen des Decksitzwagens (p. 358) fast gleich:

Kastenlänge . . . . 4^m,900
Perron je 1^m,100 . . . . 2^m,200
Gesammtlänge 7^m,100.

Die grösste Breite ist . . . . 2^m,000
- - Höhe über Schienen-Oberkante 2^m,800
Der Achsstand . . . . 1^m,830
Das Gesammtgewicht ist . . . . 2,350 Kil.

Der Wagen hat Sitzplätze:

Im Innern für	20 Pers.
Perron-Stehplätze 2 × 6	12 -
Zusammen	32 Pers.

Die Rahmhölzer haben eine Stärke von .	75×90^{mm}
Die Mittelquerhölzer	60×70^{mm}

Der sonstige Gesammt-Unterbau, wie auch der Kasten sind den so eben beschriebenen Decksitzwagen gleich. Die Abweichungen von den ersteren sind die Art der Decken-Construction (hier ist nur theilweise ein Ventilationaufbau, Laterne, ausgeführt), sowie die Regendächer und Perronform.

Die Deckenspriegel sind bei den Wagen ohne Decksitz nicht so stark aufwärts gebogen, wie bei den Decksitzwagen, und haben eine doppelte Wölbung. In der Mitte des Wagens ist ein Aufbau ca. 2 Meter lang. In den Seiten dieses Aufbaues sind kleine Drehfenster angebracht, zur Ventilation des Wagens. Die Regendächer überragen die ganzen Perrons und sind nur mit 3 Spriegeln ausgespreizt.

Die Perrons sind hinten gerade. Die gleichen Wagen sind jetzt noch mit einer sehr praktischen Neuerung versehen (s. Fig. 4 u. 5, Taf. LVII).

Der schon erwähnte Aufbau ist ca. 50^{mm} hoch und ca. $3^{m},30$ lang. Derselbe tritt daher über die Decke, von der Stirnseite gesehen, vor. Dieser vortretende Theil des Aufbaus ist mit mattem Glas verglast, auf welchem mit kräftigen Buchstaben die Tour angegeben, die der Wagen fährt. Am Tage, speciell aber am Abend ist diese Schrift sehr deutlich zu sehen, und daher eine grosse Annehmlichkeit für das Publikum.

Die Gesammthöhe dieser Wagen wird hierdurch $2^{m},950$ über Schienen-Oberkante. Die Perrons und Regendächer sind angeschraubt (s. a. Wagendetail pag. 369—375.)

§ 22. Geschlossene einspännige Strassenbahnwagen. Construction Evrard Brüssel. — In Fig. 10—12, Taf. LV ist ein einspänniger Strassenbahnwagen der Haag'schen Tramway gegeben. Entgegen den sonst üblichen Anordnungen, den Tritt nahe am Wagenkasten zu legen, ist der Perron hier in ganzer Wagenbreite durchgehend und sind nur die Ecken desselben unter 30° gestutzt. Die Seiten des Perrons sind durch leichte Gallerien begrenzt. Dadurch, dass die Stehplätze bei diesen Wagen dichter an den Wagenkasten gebracht sind (da der Tritt am Kothflügel), werden dieselben nicht so stark durch die Perronlast durchgebogen, wie die anderen Constructionen, bei denen der Tritt dicht am Kasten, die Stehplätze aber am Kothflügel sind. Das Gewicht dieser Wagen ist mit Speichenrädern von Schmiedeeisen 1100 Kilogr, mit Scheibenrädern 1500 Kilogr. Dieselben enthalten 16 Sitzplätze, 2 Stehplätze im Innern des Wagens und je 5 Perron-Stehplätze, zusammen also Platz für 34 Personen. Für Zweispänner eignet sich diese Trittanordnung nicht, da der Kothflügel zu schmal wird und das Publikum beziehungsweise der Wagen durch die Pferde stark mit Koth beworfen würden.

Vorn und hinten ist der geschweift geformte Kothflügel oder Spritzblech angebracht, in deren Rundung der Kutscher sitzt. Der Holzschnitt Fig. 56 und 57 giebt die Anordnung eines einfachen Kutschersitzes. Auf dem Fussboden ist eine Eisenstange *a*, die einen Bund hat, aufgeschraubt. Oben ist diese Stange an die Rahmleiste des Kothflügels befestigt. Ueber dieser Stange ist die Sitzstütze *b* mit dem unteren Auge übergesteckt, und gestattet dieses Auge eine Drehung auf der Stange *a*. Das Bund ist so hoch angebracht, dass die Sitzhöhe des mit Wachsleder gepolsterten Kissens die Normalhöhe hat. Will jedoch ein ausnahmsweise lang gewachsener

Kutscher den Sitz auch für sich bequem haben, so zieht er den Sitz an der Stange so hoch, wie er ihn haben muss, und setzt sich; dann bleibt die Höhe des Sitzes unverändert, da sich derselbe im Auge feststeckt.

Construction Evrard Brüssel (Wagen mit Mittelperron.) Mit Rücksicht auf die früher angegebenen Nachtheile, die dadurch entstehen, dass die Endperrons so stark belastet und die Wagen daher leicht durchgebogen werden, hat Evrard Wagen gebaut, an denen die Stehperrons nach der Mitte verlegt werden. Durch diese Anordnung wird ein doppelter Vortheil erreicht. Es wird erstens die Hauptlast über und zwischen die Räder gebracht, da der Perron Platz für 18 Personen giebt, und zweitens kann in den End-Coupées, die jedes 7 Plätze bieten, das eine für Damen, das andere als Rauch-Coupée oder auch als Coupée I. und II. Classe eingetheilt werden.

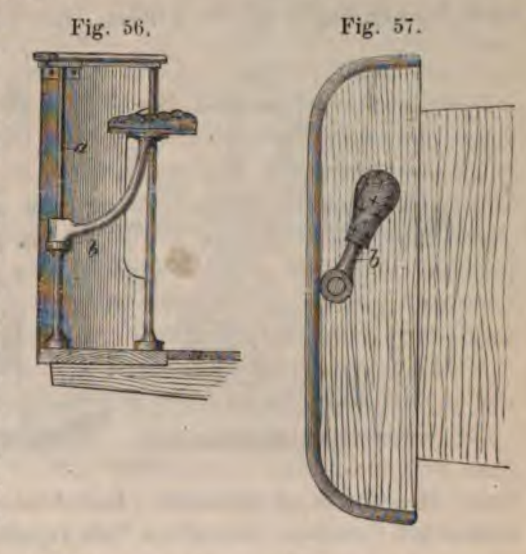


Fig. 56. Fig. 57.

Diese Wagen für 30—32 Personen werden in Lille von einem Pferd gezogen.

Die kleinen Endperrons sind für den Kutscher, event. können auch hier auf dem Hinterperron noch 3—4 Pers. Platz finden. Gleiche Wagen sind in Wiesbaden in Betrieb.

Der einzige Nachtheil der letztbesprochenen Anordnung besteht darin, dass die Gefahr für im Fahren abspringende Passagiere grösser ist, als bei Wagen mit Endperrons, bei welchen man das Abspringen vom Vorderperron verhindern kann.

Construction John Stephenson. New-York. Die Hauptdimensionen dieser kleinen Einspänner (Fig. 7—9, Taf. LVII) sind die nachfolgenden:

Die Kastenlänge ist	$3^m,000$
Die Perrons je $0^m,900$	$1^m,800$
Gesammtlänge	$4^m,800$
Die Kastenbreite ist	$2^m,000$
- grösste Höhe über Schienen-Oberkante .	$2^m,800$
Der Achsstand ist	$1^m,380$.
Das Gesammtgewicht des Wagens ist .	1650 Kilogr.
Derselbe enthält Plätze:	
im Innern Sitzplätze für	12 Pers.
auf den Perrons Stehplätze 2×5 . . .	10 -
Total	22 Pers.

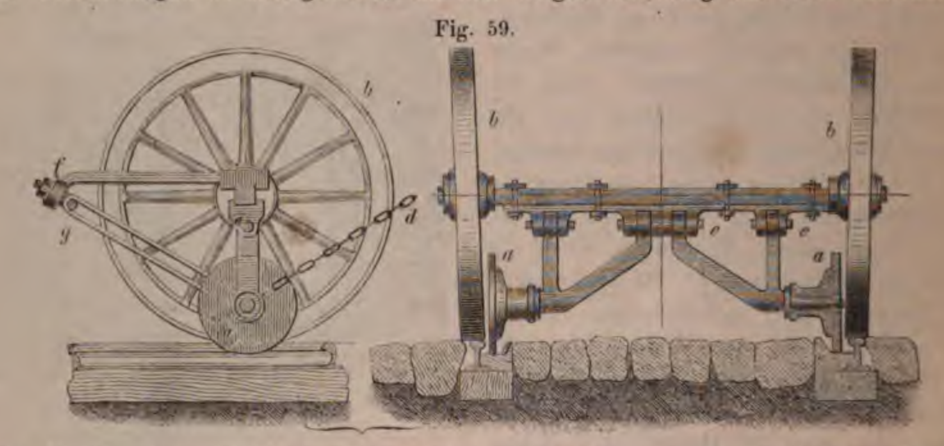
Die Dimensionen der Rahm- und Querhölzer sind die gleichen wie bei den Zweispännern 75×90^{mm} und 60×70^{mm} ohne Decksitze. Das Gleiche gilt von den sonstigen Säulen, Spriegeln etc. etc. etc.

Verschieden sind nur die Räder, Achsen, Achslager und Achsbüchsen (siehe hierüber Wagendetails pag. 371 u. Taf. LVIII.)

Construction der Hernals'er Wagenfabrik. Wien. Transportwagen für Kleinvieh. Durch Fig. 13—16, Taf. LX ist ein Transportwagen für Kleinvieh abgebildet. Derselbe ist für bessere Ausnutzung des Laderaumes in halber Höhe nochmals durchgetheilt.

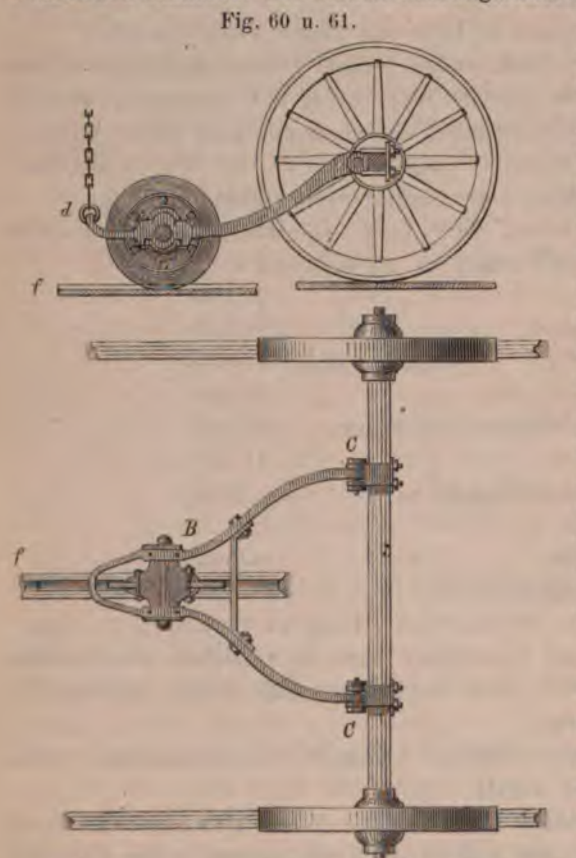
§ 23. Wagen mit beweglichen Achsen für Anlagen, bei denen der Wagen das Gleis zeitweilig verlassen und auf dem Steinpflaster fahren kann. — Construction J. P. Barth in Aigburth bei Liverpool hat Wagen gebaut, die durch Anbringung geeigneter Vorkehrungen es ermöglichen, mit den Wagen zeitweilig das Gleis beziehungs-

Fig. 59.



weise die Strasse zu befahren. Das Aeussere des Wagens war ähnlich dem des gewöhnlichen Omnibus. Die beiden Führungsräder oder Führungsscheiben *a* (Fig. 59) liegen nicht wie bei den meisten Constructionen vor, sondern genau zwischen den vorderen Wagenrädern *b*. Durch ein Handrad *c*, welches der Conducteur bedient, wird durch eine Schraube auf Hebel und Kette *d* gewirkt, wodurch sich die beiden Führungsräder heben oder senken, da beim Anziehen der Schraube und also auch der Kette die nach vorn ausladende Blattfeder *f* sich durchbiegt. Sobald das Handrad gelöst wird, zieht die Feder das Rad an dem Gehänge *g* wieder zurück. Diese Räder sitzen auf den Achsen *e*, die mit der Vorderachse fest verbunden ist. Der Wagen hat vorn Drehschemel. Sämmtliche4 Räder sind lose an der Achse. (The Engineer 1863 V, 16 p. 139 giebt noch weitere Abbildungen dieser Wagen).

Fig. 60 u. 61.



Construction Howarth. Die Bahn Genf Chêne wurde im Jahre 1860 nach dem System Howarth gebaut (s. Fig. 60 u. 61.) Dasselbe besteht darin, dass an einem gewöhnlichen Omnibus an die Vorderachse gekröpfte Arme befestigt sind, die sich in ca. $0^m,85$ Entfernung von der Achse in der Mitte vereinigen und so eine Gabel bilden. In dieser Gabel sind Lager, die leicht ausgewechselt werden können, eingesetzt. In letzteren liegt

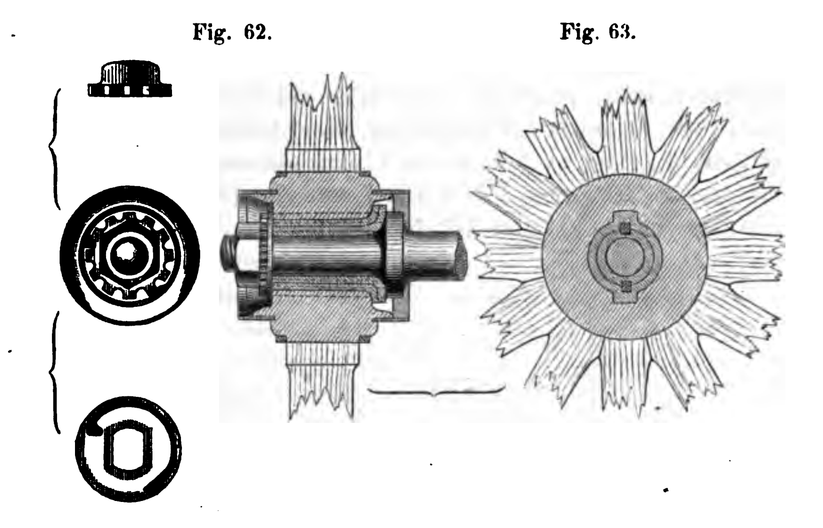
die Achse des Scheiben- oder Führungsrades von ca. $0^m,45$ Dctr. Die Stahlwelle hat einen Dtr. von $0^m,04$, in den Lagern $0^m,03$. Das Gewicht des Rades ist ca. 40 Kilogr. Die Gabel *B* ist in ihren Endpunkten im Kloben *C* drehbar. An den Ring *d* ist die Kette befestigt, die mit ihrem anderen Ende nach dem Kutscherbock geht und hier an dem Ende eines Hebels *e* $0^m,25$ lang befestigt ist (s. Fig. 5—8, Taf. LXI.) Der andere Arm des Hebels ist $0^m,30$ lang und oben mit einer breiten Platte versehen. Tritt der Kutscher nun auf den Hebel *e*, so hebt er das Führungs- beziehungsweise Scheibenrad aus der Schiene *f*, und es arretirt sich der Hebel am Bock unter der Fangvorrichtung *g*. Nunmehr kann sich der Wagen frei bewegen und als Omnibus auf dem Pflaster weiter fahren. Wenn das Rad wieder eingelegt werden soll, so fährt der Kutscher mit dem Omnibus ungefähr bis an die Schiene und löst dann den Hebel, der arretirt war, indem er mit dem Fuss gegen die Sperrfeder *g* tritt. Das Rad fällt hinunter, läuft in die Spurrinne und führt wiederum den Wagen. Die 4 Laufräder haben je $0^m,90$—$0^m,95$ Dtr. und laufen, wenn das Führungsrad eingelöst, mit ihren glatten Bandagen auf den Flachschienen von ca. 65^{mm} Breite und 12^{mm} Stärke.

Die Wagen fassen ca. 30—45 Personen und werden mit zwei Pferden bespannt.

Es liegt auf der ganzen Strecke nur ein Gleis ohne Ausweichen und biegt immer der zu Thal fahrende Wagen aus, umfährt den ihm entgegenkommenden und biegt dann wieder auf das Gleis. Die Wagen sind in Grenoble unweit Lyon von M. Ducroiset gebaut.

Construction Loubat. Die Wagen der alten Bahn Paris-Versailles hatten 4 lose Räder, von denen nur das an einer Seite sitzende Hinter- und Vorderrad mit

Fig. 62. Fig. 63.



einem Flantsch versehen war, der in der Grube der Schiene die Führung übernahm. Auf der andern Seite lief das Rad mit einer ganz glatten Bandage auf der Lauffläche und der Zwangschiene. Die Bahn war theilweise doppelgleisig; die Wagen, durch 2 Pferde gezogen, boten Platz für 50 Personen, von denen 26 oben auf dem Wagen und 24 in demselben sassen.

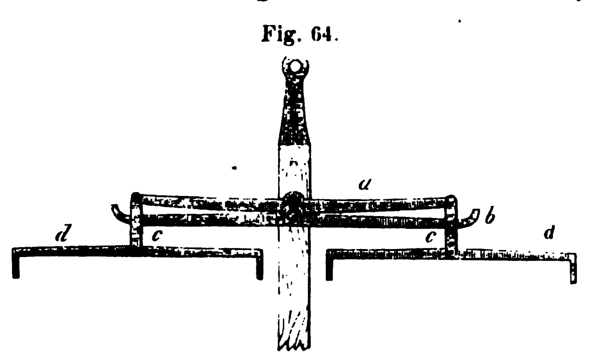
Die Drehbarkeit des Vordergestells konnte durch einen Riegel, der in Einschnitte der Ringe des Drehschemels griff, festgestellt werden, was jeweilig dann geschah, wenn der Wagen lange Strecken in geradem Gleise fuhr. Wollte der Kutscher

abbiegen, so löste er diesen Hebel und drängte sich mit dem Flantsch des Rades aus der Rinne, umfuhr ein entgegenkommendes Hinderniss und bog wieder auf das Gleis, auf welchem er sogleich wieder weiter fuhr, sobald der Flantsch des Rades in die Nuth schnappte. Dieses Verfahren wurde auch auf den eingleisigen Strecken angewendet, selbst wo Weichen lagen. Traf der Kutscher den entgegenkommenden Wagen nicht auf den Weichen, so fuhr er durch und bog aus, sobald er ihm entgegen kam. Wenn der Wagen auf den Place de la Concorde zurückgekommen war, wurde derselbe durch Wagenwinden gehoben und die beiden Flantschräder gegen glatte Räder umgetauscht. Diese Manipulation war einfach und dauerte Alles in Allem 2 Minuten, während welcher Zeit die Passagiere auf ihren Plätzen im Wagen sitzen blieben. Damit kein Staub beim Wechseln der Räder auf die Achse kam, blieb das Metallfutter auf der Achse sitzen. Dieses hatte, wie das gewöhnliche Radfutter, zwei Rippen, die aussen genau bearbeitet waren und in sämmtliche Räder passten. Es wurde das Rad also auf die Büchse gesteckt und nicht auf die Achse (s. nachstehende Fig. 62 u. 63). Eine vorgedrehte Mutter verhinderte das Ablaufen. Dieselbe hatte, wie ähnliche Constructionen auch bei Schiffsmaschinen gefunden werden, unten einen ansitzenden Flantsch, der an dem Umfang mit Nuthen versehen war, in die eine Feder griff, um das Zurückgehen derselben zu verhindern. Diese Feder war auf ein Blech aufgenietet, welches ein längliches Loch hatte, damit es sich auf der Achse nicht drehen konnte. Die Scheibe diente gleichzeitig als Unterlagsscheibe. Während dieses Wechsels wurde der Wagen mit 3—4 Pferden bespannt und fuhr jetzt als gewöhnlicher Omnibus durch die engsten Strassen. Jetzt ist die Bahn umgebaut und wird mit ähnlichen Wagen betrieben. Dieselben verlassen das Gleis jedoch nur ausnahmsweise, da die Bahn doppelgleisig ist.

Construction Keiffler. Das Keiffler'sche Wagensystem (Fig. 1—4, Taf. LXI) ist eine Combination des Genfer System Howarth und des System Barth Aigburth.

In Kopenhagen läuft der Wagen, der in seinem Aeusseren einem gewöhnlichen Omnibus gleicht, ca. $^1/_3$ seines Gesammtweges ohne Gleis auf dem Strassenpflaster, und erst, nachdem derselbe in der Vorstadt angekommen, fährt er auf Schienen. Der Wagen hat wie in Genf vorn Drehschemel und ein Führungsrad, welches gehoben wird, wenn der Wagen auf das Pflaster fährt, beziehungsweise das Gleis verlassen soll. Das Führungsrad greift nicht neben, sondern in die im Schienenprofil eingewalzte Nuth und läuft vor dem Vorderrad. Die sämmtlichen Räder sitzen lose auf der Achse und haben glatte Reifen; da das Führungsrad an beiden Seiten in der Schienengrube gehalten wird, genügt hierzu ein Rad; dasselbe ist in einer Gabel *a* gelagert und wird mit dieser durch einen Hebel vom Kutscherbock aus von Hand gehoben und im gehobenen Zustande durch eine Arretirungsfeder gehalten.

Fig. 64.



Das Gewicht dieses Führungsrades ist ca. 25 Kilogr., mit Gabel ca. 50 Kilogr. Um der Gabel die nöthige Steifigkeit gegen Seitendruck zu geben, ist die Vorderachse einseitig verlängert, und greift der eine Gabelarm um das Rad nach Aussen. Die neuesten Wagen haben keine Decksitze, sondern einen grossen Stehperron (siehe

Fig. 1 — 4, Taf. LXI). Die Wagen sind bei Eloff Jenssen in Kopenhagen und in der Hamburger Wagenbauanstalt Rothenburgsort gebaut.

In nebenstehender Fig. 64 (p. 366) ist ein daselbst angewendeter sog. Pferdeschoner gegeben. *a* ist eine gehärtete Stahlfeder; an ihren Enden sind die beiden Doppelschienen *c* befestigt, die mit dem Ortscheid *d* verbunden sind.

Wenn die Pferde anziehen, giebt die Feder *a* nach und legt sich gegen *b*. Hierdurch wird der Druck gegen die Brust des Pferdes beim Anziehen gemildert. Um eine zu starke Durchbiegung der Feder oder einen Bruch derselben zu vermeiden, ist noch das Widerlagstück *b* angewendet.

Construction J. Büsing. In Elberfeld-Barmen sind die Strassen sehr schmal, und wurden deshalb in der für die Bahnanlage ertheilten Concession Wagen vorgeschrieben, welche das Gleis verlassen können.

Die daselbst ca. 3 Jahre in Betrieb gewesenen Wagen hatten Decksitze nebst grossem Stehperron und ca. 16 Sitzplätze im Innern, für zusammen 40 Personen.

Die Vorderräder waren mit einem flantschartigen Wulst (Fig. 14, Taf. XLVI) von ca. 6^{mm}, wodurch der Wagen geführt wurde, versehen. Sollte ausgebogen werden, so wurde der Drehschemel hinübergedrängt, und der Wulst schnappte aus der Rinne. Ebenso schnappte dieser wieder ein, wenn der Kutscher unter spitzem Winkel auf das Gleis fuhr. Die Hinterräder waren ganz glatt, ca. 10 Centim. breit. Um nicht mit der Fahrordnung zu collidiren, war die Vorschrift gegeben, dass doppelgleisig gebaut werden musste. Jetzt wird die Bahn mit Wagen, die nicht ausweichen können, betrieben.

Construction der Hamburger Wagenbau-Anstalt Rothenburgsort. Die vorstehend betrachteten Wagen für Ausweichsysteme haben, wenn auch mit Aenderungen, so doch im Allgemeinen das Aussehen der für Schienenbetrieb eingerichteten Omnibusse.

Nachdem jetzt in grossen Städten Pferdebahnen eingerichtet sind, werden diese mit Vorliebe vom Publikum benutzt. Diese Wahrnehmung liess auch den Wunsch nach einer Aenderung in der äusseren Form der Wagen gerechtfertigt erscheinen, und wurden daher die Wagen für die Linie Berlin-Weissensee den Pferdebahnwagen ähnlich von der Hamburger Wagenbauanstalt Rothenburgort gebaut.

Die Wagen sollten ursprünglich, dem Wunsche und den Angaben des Concessionsinhabers Lehmann entsprechend, so eingerichtet werden, dass dieselben gleich den Pferdebahnwagen hinten und vorn angespannt werden konnten und somit ein Wenden an den Endpunkten überflüssig wurde.

Diese Ausführung wurde jedoch mit Rücksicht auf die wünschenswerthe Gewichtsersparniss (da sich Bremse, Führungsrad und Mechanismus wiederholen mussten) unterlassen, und werden die Wagen an den Endpunkten gewendet.

Da sich beide Achsen, wie später gezeigt wird, beim Wenden radial stellen, so kann auf dem geringen Raume von 9 Meter mittlerem Radius gewendet werden. Ueber den Mechanismus des Wagens, wenngleich im Allgemeinen aus der Zeichnung (Fig. 5—9 Taf. LVI) leicht verständlich, sei noch Folgendes gesagt:

Der Wagenkasten ist der Stephenson'schen Construction nachgebaut.

Der Wagen, um ausweichen zu können, muss hierfür einen Drehschemel haben. Der Drehpunkt ist, wie aus dem Grundriss Fig. 7, Taf. LVI ersichtlich, hinten und ebenso vorn an dem Querholz *a* befestigt, und ist dieses, um an die Räder kommen zu können, durch die Hölzer *b* und b_1 ausgeriegelt; die drehbaren Untergestelle des Wagens sind aus den beiden Hölzern *c* und c_1 und den beiden Querverbindungen den

gebogenen Bügeln e, an welchen die Federn aufgehängt sind, hergestellt. Auf diese beiden Hölzer c und c_1 ist sodann noch der Holm d zur Aufnahme des Drehpunktes aufgekämmt; um eine Diagonal-Verstrebung hinein zu bringen, sind die flachen E-Eisen f und f_1 übergeschraubt.

Wie vorerwähnt, lag es in der Absicht, den Wagen vorn und hinten bespannen zu können, und sind daher beide Untergestelle drehbar; damit diese sich nun bei einer Wendung in Bezug auf Radialstellung der Achsen ergänzen konnten, wurden die beiden Zugstangen g und g_1 diagonal übereinander an die E-Eisen f mittelst Drehkloben befestigt. (System Eyxner.) An die gleichen E-Eisen des Vordergestells sind in der Mitte noch die beiden Drehkloben h und h_1 angeschraubt, die mit den beiden Zugstangen verbunden und mit ihrem anderen Ende in dem Doppelwinkel k befestigt sind.

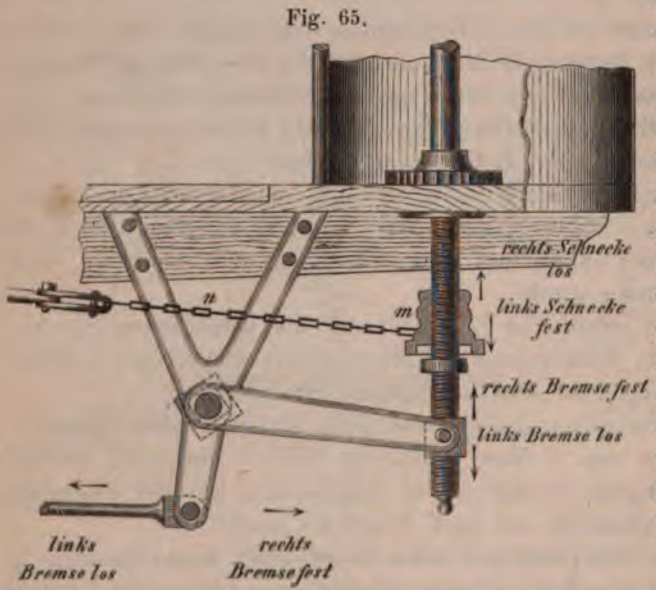
Dieser Doppelwinkel k ist unter dem vorderen Perron an einen Drehzapfen befestigt. An dem vorderen Schenkel dieses Doppelhebels ist das Deichselmaul angebracht, in welches die Deichsel eingesteckt und mittelst Bolzen befestigt wird.

Sobald also die Pferde die Deichsel nach rechts und nach links biegen, wird durch den Doppelhebel und die Zugstangen die Richtungsänderung auf das Vordergestell und von diesem durch die Diagonalstangen g und g_1 auch auf das Hintergestell übertragen.

Durch diese Zwischenconstruction des Doppelhebels wurde erreicht, dass die Pferde bei Wendungen und Biegungen nicht so weit aus dem Gleise zu treten brauchen, wie sie es müssten, wenn die Deichsel direct an das vordere Drehgestell befestigt wäre.

An der Vorderachse sind die beiden Kloben, an welche der Bügel l befestigt ist, angebracht; in seinem vorderen Theil läuft das Führungsrad auf einem Drehbolzen, und kann sich der Bügel in diesen beiden Kloben heben und senken, sobald der zugehörige Mechanismus entsprechend gedreht wird. Dieser zugehörige Mechanismus ist bei vorliegender Construction mit der Bremsspindel vereinigt, und wird das Rad gehoben, sobald die Bremsspindel links gedreht, wohingegen der Wagen gebremst wird, sobald man die Kurbel rechts dreht. Zu diesem Behufe hat das untere Spindelende rechtes und linkes Gewinde, und in der Mitte dieser Gewinde einen festen Bund.

Fig. 65.



Wie aus dem Holzschnitt (Fig. 65) ersichtlich, wird nun, wenn die Spindel links gedreht wird, die kleine Schnecke m auf den Bund aufgeschraubt und bei fernerer Umdrehung mitgenommen und mit ihr die Kette n, die an den Hebel o geht, der um den Mittel- oder Drehpunkt geführt ist, um in allen Stellungen des Drehgestelles das Führungsrad in der gleichen Höhe über dem Pflaster zu

halten. Wird aber links gedreht, so schraubt sich die Bremse los, und wird umgekehrt gebremst, so schraubt sich die Schnecke hoch, lässt mithin das Führungsrad im Eingriff. Diese Ausführung ist ganz sinnreich, jedoch für die Praxis zu complicirt, und sind hierfür zwei gesonderte Vorrichtungen (Hebe- und Brems-), zu wählen, da es dem Kutscher schwer wird, die Wirkung des Rechts- und Linksdrehens zu unterscheiden.

Die vier Räder haben ganz glatte Bandagen und sind lose auf der Achse. Es würde somit, da die Deichseln nicht umgesteckt werden, genügen, wenn nur das Vordergestell drehbar wäre, und das Hintergestell fest. In diesem Falle müssen aber, wie in Paris, (s. pag. 337) in scharfen Curven 4 Schienen, zwei für die Vorderräder und zwei für die Hinterräder, oder neben den Schienen sauber bearbeitete Granitsteine gelegt werden, auf denen die Hinterräder laufen.

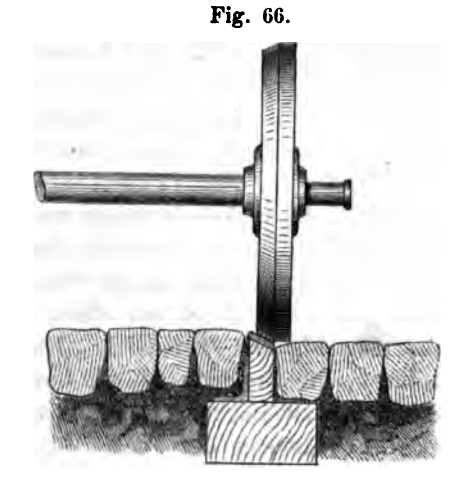
An den Bügeln *e* sind die beiden Backen *p* angenietet, die den Kreuzkopf *q* aufnehmen. Letzterer ist auf die vorstossenden Achsenden aufgesteckt und wird durch eine vorgeschraubte Mutter gehalten.

Um die beim Wenden entstehenden Eckungen in den beiden Drehgestellen und Zugstangen etc. auszugleichen, sind als Gegenmoment unten zwischen den Drehgestellen die Spiralfedern r und r_1 angebracht; die Wagen fahren sich jedoch auch ohne die Federn ganz gut.

Die Wagen wiegen ca. 1800 Kilogr. und bieten Platz für 26 Personen.

Construction Mr. Bright. Mr. Bright giebt seinen Rädern eine combinirte Form, conisch und cylindrisch (s. Fig. 66). Entsprechend der Conicität der Bandage ist auch die Schiene geneigt gelegt. Es ist dem Verfasser unbekannt, ob nach dieser Anordnung eine Bahn in Betrieb gesetzt ist (siehe auch Gleisanlage pag. 339). (Engineer 1868 V. 26 pag. 161—162).

Fig. 66.



Construction Addis. Wagen für Einschienenbahnen. Dieselben sind als Transportwagen abgebildet in The Engineer 1870 V. 29. pag. 376. Für Personenbetrieb sind dieselben auf der Strassenbahn in Lissabon in Anwendung, nach dem System Larmanjat.

Diese Anlage ist im Capitel VI 2. dieses Werkes behandelt.

§ 24. Detail zu den Stephenson'schen Pferdebahnwagen. — Wenngleich in den Dimensionen und Formen der Wagenkasten verschiedene Abweichungen sind, so ist doch getrachtet, die Details, wenn irgend thunlich, bei sämmtlichen Wagen gleich zu bekommen; eine Ausnahme machen jedoch die Achsen, Räder und Achsbüchsen.

Achsen und Räder. Die Stahlachsen für die Zwei- und Einspänner (Fig. 1 u. 2 Taf. LVIII) haben zwischen den Rädern eine Stärke von 70^{mm} beziehungsweise 65^{mm}. Die Achsschenkel sind für die Zweispänner 180^{mm} lang und haben 65^{mm} Dtr., für Einspänner 170^{mm} lang und 50^{mm} Dtr. Das Gewicht von je ein Paar Achsen und Rädern ist

für den Zweispänner 625 Kilogr.
- - Einspänner 600 -

Die Räder haben einen Dtr. der Lauffläche von 780^{mm}, eine Bandagen- oder Radreifenbreite von 75^{mm}, eine Flantschhöhe von 13^{mm} und eine Flantschbreite von 20^{mm}.

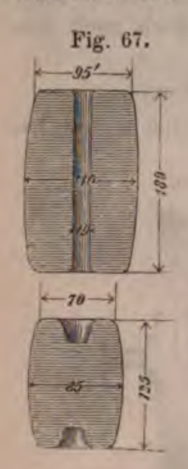
Der Radkörper (Scheibe) ist von Gusseisen, die Bandage von Gussstahl, die

Räder sind beide fest auf der Achse. (Die Räder dürfen nicht conisch, wie bei den Locomotivbahnen abgedreht, sondern müssen cylindrisch sein, um in der Laufläche eine gleichmässige Umfangs-Geschwindigkeit zu haben. Sind in Curven die Differenzen der Wege auszugleichen, so helfe man sich mit Theilung der Curven und Einführung der Normalcurven à 50 Meter, wie oben pag. 300 angegeben, oder nehme die später betrachteten Achsen mit einem losen Rad Fig. 1, 2 u. 3 Taf. LIX).

Achsbüchsen, Achshalter und Federung der Wagen. Auf die glatt abgedrehten Achsschenkel kommen die Lagerfutter (Fig. 7 und 19). Dieselben haben oben ein Schmiergefäss aufgegossen, von welchem aus das Oel durch das Loch in die Schmiernuth gelangt.

Die Breite dieser Lagerfutter passt zwischen die in den Achsbüchsen (Fig. 5 und 17) in der Mitte vortretenden Rippen, so dass dieselben zur Seite noch etwas Spiel behalten. Der mittlere Putzen des Futters ist oben gerundet, so dass dasselbe sich unter die Decke der Achsbüchsen (Fig. 3 und 16) legt, und vermöge der Rundung sich ganz satt auf den Achsschenkel aufsetzen kann, ohne dass ein Ecken entsteht. Die Achsbüchsen und Achshalter sind aus schmiedbarem Guss hergestellt. An den Seiten der Achsbüchsen sind zwei Consolen angegossen, welche durch Rippen verstärkt sind. Auf diese Consolen setzen sich die zur Federung des Wagens verwendeten Gummibuffer (Fig. 67), wohingegen die Buffer mit ihrem oberen Ende unter die Achshalter stossen. Die Buffer für die Zweispänner (Fig. 13) haben ein durchgehendes Loch, durch welches ein Bolzen, wie in Fig. 12 Taf. LVIII gezeigt, greift und hierdurch den Buffer bei starker Belastung verhindert, zur Seite auszuknicken. Der Bolzen geht durch das Loch der Consolen. Bei den Einspännern sind an die Consolen kleine Stutzen angenietet, die in die entsprechende Oeffnung des Buffers oben und unten passen. Fig. 12 giebt noch eine combinirte Feder von Stahl und Gummi; diese Anordnung gewährt ein etwas sanfteres Spiel.

Fig. 67.



Durch diese Buffer ist also der Wagen in seiner Höhenrichtung gegen Stösse gefedert. Früher wurden die Wagen meistens durch nur einen Buffer, der direct auf die Achsbüchse drückte, gefedert (s. Fig. h 4 Taf. LIII). Die neuesten Constructionen sind indess immer mit zwei Buffern, die zur Seite auf die Console der Achsbüchse drücken, gebaut. Es wird hierdurch ein zweifacher Vortheil erreicht:

1. baut sich der Wagen bis zum Fussboden bei sonst gleichen Verhältnissen um 120—150^{mm} niedriger. Der Schwerpunkt des Wagens sinkt also tiefer, und braucht auch das Publikum nicht so hoch aufzutreten, wie z. B. in Stuttgart, wo die Wagen zwei Stufen bis zum Fussboden haben, was beim Absteigen hinderlich und gefährlich ist;
2. werden die Gummibuffer nicht so gross in ihren Dimensionen und können daher bei der Herstellung besser und gleichmässiger vulcanisirt werden.

Es sind also die Constructionen, welche zwei Buffer haben, den Constructionen mit nur einem Buffer vorzuziehen, vorausgesetzt, dass dieselben gut und gleichmässig vulcanisirt sind.

Stephenson giebt seinen Wagen jedoch auch noch eine Federung gegen die seitlichen Stösse, welche dadurch entstehen, dass die Wagen beim Einlaufen in Curven oder Weichen schnell von einer in eine andere Richtung gebracht werden und somit die Trägheit der Masse des Wagens und der Passagiere überwunden werden muss.

Zu diesem Behuf sind in den Achsbüchsen Federn *b* angebracht (Fig. 3 u. 16), welche zwischen die angegossenen Rippen *a* eingesprengt werden. Gegen diese Federn drücken nun die glatt abgedrehten Stirnseiten der Achsschenkel. Sobald der Wagen also schnell in eine Curve ein- oder ausläuft, werden diese Federn zusammengepresst und mildern daher den erfolgenden Stoss.

Um nun ferner diesen Stoss aufzufangen, sind (da die Achshalter der Gewichtsersparniss wegen sehr dünn gehalten sind) die Achshalter der Vorder- und Hinterräder durch eine Verbindungsstange verbunden, welche durch ihre Form (s. Fig. 4 u. 5 Taf. LIX, desgl. 7 u. 8) wiederum eine Federung zulässt. Diese Verbindungsstangen sind an zwei Stellen durchbohrt, durch welche Löcher Zugstangen *a* greifen (s. Fig. 6), die mit ihrem anderen Ende mit einer Winkelklaue *b* an die gegenüberliegende Langschwelle *c* des Wagenkastens verschraubt ist. Um aber auch noch den sich wieder auf die Zugstange übertragenden Stoss zu mildern, ist zwischen Langschwelle und dieser Winkelklaue eine starke Gummizwischenlage *d* angebracht.

Eine solche Gummischeibe *e* liegt auch zwischen dem Achshalter und der Langschwelle des Wagenkastens (Fig. 6).

Um die Achshalter in der Längenrichtung des Wagens zu festigen, sind die Winkelklauen von Mitte zu Mitte, also in grösserer Entfernung, verschraubt, als die Lochentfernung der Zugstangen in den Verbindungsstangen beträgt; erstere sind deshalb gekröpft (s. auch Dispositionszeichnungen der Stephenson'schen Wagen Taf. LVI Fig. 3).

Die beiden Schenkel der Achshalter sind unten mit einem Steg verbunden. Die Schraube *c* dient zur Schmierung der Schenkel (Fig. 3), die Schraube *d* zum Ablassen des schlechten Oeles.

Damit das Schmieröl nicht nach Aussen heraustritt, werden die Dichtungsringe (Fig. 14 und 25) über den Achsschenkel gesteckt. Diese Ringe bestehen aus zwei Hälften, welche durch eine sie umschliessende Feder zusammengehalten werden.

Die Achsbüchsen werden durch die Deckel (Fig. 6 und 18) verschlossen, indem der obere Haken der Deckel unter den runden Zapfen *g* der Achsbüchse gebracht und mit einer Schraube verschraubt wird. In den Federn *b* ist ein Loch, um dieselben mittelst eines Stiftes herausnehmen zu können. Die Feder ist für die Zweispänner aus zwei Hälften, welche zusammengenietet sind, gebildet; bei den Einspännern ist sie in angegebener Form gebogen (s. Fig. 3 u. 26, sowie Fig. 16—27).

Wagenbremsen. Die Bremsung des Wagens geschieht von den Perrons aus durch die Bremsspindel, indem sich, sobald dieselbe gedreht wird, um das untere Ende ein Stück Kette wickelt, welches mit dem einen Ende an den Haken der Zugstange, mit dem anderen Ende an der Bremstraverse befestigt ist. Auf dieser Bremstraverse sitzen an den Enden verschraubt die Gussschuhe (Fig. 68 u. 70 p. 371).

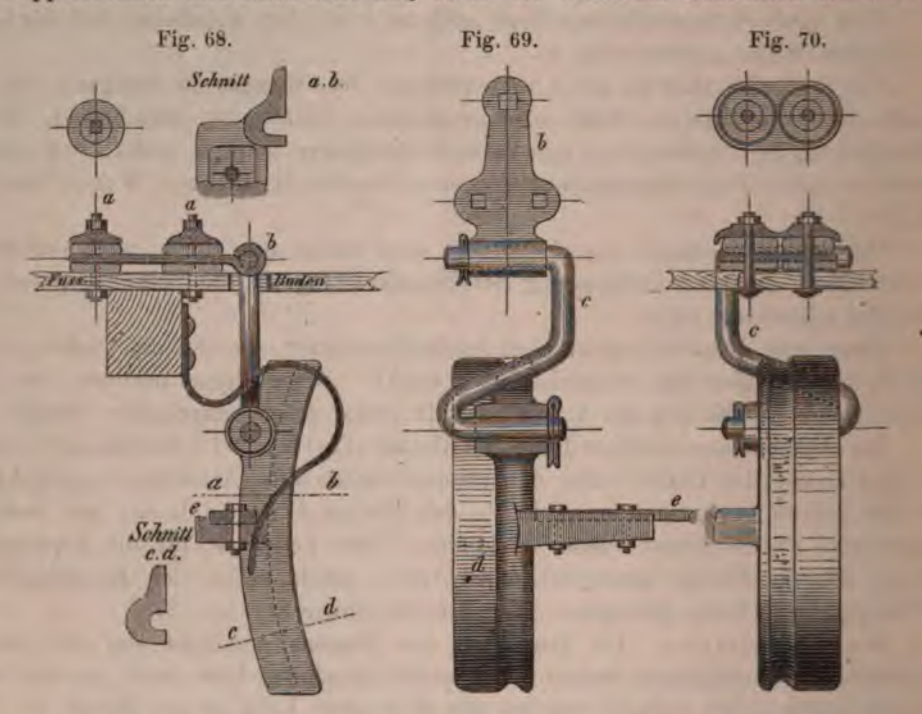
Die Bremsspindel hat unten einen Wulst, welcher sich nach oben verjüngt, um die sich aufwickelnde Kette im ersten Augenblick schnell, später aber mit zunehmendem Kraftmoment aufwickeln zu können. Auf dieser Spindel sitzt in Höhe des Perrons ein Sperrrad, wodurch bei langen Gefällen und an den Endstationen der Strecke der Wagen gebremst gehalten wird. An dem Sperrkegel befindet sich ein Contrehebel, gegen welchen der Kutscher mit dem Fusse tritt, um die Sperrung auszulösen. Eine Feder, welche gegen die Traverse drückt, zieht die Bremsschuhe zurück.

Die Aufhängung dieser Gussschuhe ist sehr rational angeordnet (s. umstehende Fig. 68—70). Um die Mittelquerträger, die dem Perron zunächst sitzen, ist der Kloben *b* durch zwei Schrauben *a* befestigt. In dem Loch dieses Klobens hängt das

Zförmig gebogene Hängeeisen *c*, welches auf seinem anderen horizontalen Schenkel den Bremsschuh *d* hält, und der durch Vorlagscheibe und Schliessen gehalten ist. Der Bremsschuh hat noch den seitlich angegossenen Arm, mit welchem der Schuh an die Traverse *e* verschraubt ist. Sobald diese Traverse nun durch die Bremsspindel angezogen wird, erfolgt die Bremsung, welche sehr häufig, bei minder guter Construction, von einer höchst unangenehmen Dröhnung begleitet ist. Um diese zu heben, hat das Hängeeisen für die Schuhe einestheils die Z Form, da diese federnd ist, anderentheils aber liegt oberhalb der Querhölzer auf dem Fussboden eine dicke Gummiplatte unter der Eisen-Unterlagplatte, auf dieser nochmals zwei niedrige Gummi-Cylinder, über welche eine flach gewölbte Eisen-Deckplatte liegt. Die durchgehenden Schrauben sind oben mit den beiden Muttern befestigt, und die ganze Aufhängung ist somit solide und elastisch.

Die Bremsung erfolgt nur einseitig. Wenngleich diese Construction gegenüber den Doppelbremsen ihre Nachtheile hat, so ist sie wiederum wesentlich einfacher.

Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70.



(Es sei hier noch eines Projectes gedacht, welches von den Ingenieuren Holms und Taylor im Engineering V 15 1873, pag. 193 mit Zeichnung veröffentlicht ist, und welches bezwecken soll, durch Winkelräder-Uebersetzung die durch das Bremsen absorbirte Kraft zur Spannung einer starken Spiralfeder zu verwenden, um durch geeignete Umsteuer-Vorrichtung diese gesammelte Kraft wieder nutzbar zu machen, sobald der Wagen weiter fährt. Da die Vorrichtung sehr complicirt ist und sich deshalb nicht für die Praxis eignet, so wird sie auch keiner näheren Beschreibung hier bedürfen).

Sitzbänke. Die Sitzbänke im Wagen, sowie die Rückenlehnen sind aus 3 dünnen Fournieren zusammengeleimt, welche unter der Presse trocknen. Damit sich die geschweifte Form nicht verzieht, sind von den Fournieren ein langfaseriges und zwei querfaserige genommen. Die Gesammtstärke dieser 3 Fourniere beziehungsweise der

Bänke ist 4^{mm}. Dieselben werden mit Mustern verziert, wozu man sich einfach der Lederdurchschlag-Eisen zum Ausschlagen bedient.

Die Sitzbreite ist, wie schon angegeben, 475^{mm}, die Sitztiefe ca. 400^{mm}. Der lichte Raum zwischen beiden Bänken, die Gangbreite, ist 900^{mm}.

Jalousien und Fenster. Die Wagen sind mit Schiebefenstern und Sonnenjalousien, welche sich in den in den Fenstersäulen eingehobelten Nuthen zwischen die innere und äussere Wagenverkleidung schieben, versehen. Damit die geschlossenen Fenster nicht rasseln, sind auf die Rahmen Blechfedern (Fig. 12 Taf. LVII) aufgeschraubt. In die Rahmen ist ein Loch gebohrt, in welchem eine Spiralfeder sitzt, welche die Blechfeder gegen die Leiste drückt. Hinten ist an die innere Holzverkleidung eine Klappe zu machen, um Glasscherben oder andere zwischen die Verkleidungswände gefallene Gegenstände wieder entfernen zu können.

Fig. 14 Taf. XVII zeigt die Rosette, an welcher die Fenster hoch gezogen werden. Fig. 13 ist der Vorreiber für die Doppelfenster an den Stirnseiten der Wagen, zwischen welchen sich die Thür schiebt.

Thüren. Die Thüren sind Schiebethüren, deren Rollen (Fig. 16 Taf. LIX) unten auf einem kleinen TEisen laufen. Die breiten Rollenlappen verhindern das sonst leicht vorkommende Aussetzen der Thüren. Die Thür schiebt sich zwischen die Doppelwand der Stirnseite der Wagen. Aufgeschraubte, metallene Schleifplatten verhindern das Abschleifen der Politur (Fig. 71). In der Thür ist noch ein Metallschieber angebracht, um bei der Billet- oder Geldabgabe im Winter nicht die ganze Thür öffnen zu müssen. Unten ist innen in diese Doppelwand eine Klappe anzubringen, um die Thürrollen bequem schmieren zu können.

Thürschloss. Das Thürschloss (Fig. 17 u. 18 Taf. LIX) ist mit aufwärts gebogenen Drückern (s. Fig. 2 u. 7 Taf. LVII) versehen, damit das Publikum beim Oeffnen oder Schliessen der Thür sich die Finger nicht quetscht.

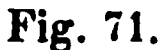


Fig. 71.



Der Schlosshaken (Fig. 17) ist nach beiden Seiten stark verjüngt, damit der Schlosskasten sich vorn weniger leicht zerschlägt.

Thürklinke. Zum Verschluss der Thür ist eine Thürklinke mit Platte verwendet (Fig. 21), die Platte sitzt an der Thürwange.

Glockenzug. Unter der Decke hin führt der Glockenzug, dessen Riemen durch die Riemenhalter (Fig. 12 Taf. LVII) getragen ist. Der Glockenschlägel fällt immer durch sein eigenes Gewicht zurück, und sind Federn etc. nicht vorhanden (s. Fig. 19 Taf. LIX).

Handgriffe. An beiden Seiten liegen die Deckenhandgriff-Leisten, über welchen Riemen zum Anfassen für das Publikum hängen. Diese Leisten sind mit den Handgriffhaltern (Fig. 16 Taf. LVII) befestigt.

Ventilation. Die Ventilation der Wagen geschieht durch die in den beiden Stirnseiten angebrachten ovalen Oeffnungen, welche durch Klappen geschlossen werden können. Das aussen angeschraubte Regendach geht quer vor der Oeffnung vorüber, so dass die obere grössere Hälfte der Oeffnung ins Freie geht, die untere unter dem Perrondach mündet und, da sie kleiner ist, auch nicht so stark ventilirt. Ausserdem sind der Länge nach im Wagen unter der Decke die Seiten des Aufbaues mit kleinen Klappfenstern versehen, welche nach Bedarf geöffnet werden können.

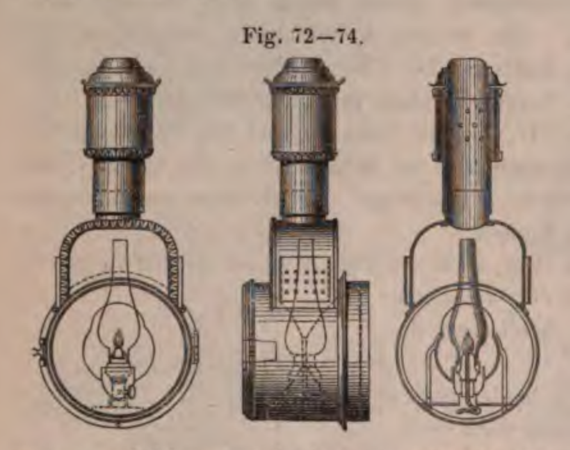
Wagenlaterne. Die Beleuchtung der Wagen geschieht mit Petroleumlampen (Fig. 10 Taf. LIX), welche einen Reflector haben. Es lassen sich aussen vor dem Laternenring (Fig. 15 Taf. LIX) auch diverse Blenden mit farbigem Glas anbringen, die vorgeklappt werden, wodurch die Linie, beziehungsweise die Richtung der Fahrt angedeutet wird.

In Fig. 72—74 sind Wagenlaternen mit doppelt-parabolischem Reflector gegeben. Die Laternen sind von aussen an die Stirnseiten der Wagen angeschraubt. Um ein Erlöschen der Lampen durch Wind zu verhindern, ist der Schornstein mit einem Mantel umgeben.

In Fig. 17 und 18 Taf. LX ist eine Aufsatz-Signallaterne gezeichnet. Auch in diesen Laternen wird Petroleum gebrannt, und verbreiten sie durch ihren parabolischen Spiegel ein ganz vorzügliches Licht.

Signalglocke. Fig. 9 Taf. LIX zeigt die Signalglocke, die vorn beim Kutscher ist; dieselbe ist mit dem angeschraubten Schwanenhals abzunehmen und am Ende der Tour umzuhängen.

Fig. 72—74.



Wagen- und Deckverkleidung. Die Wagen und Decken sind aussen mit dünnem Pappelholz ca. 7mm verkleidet, und die Seiten mit einer dünnen Blechplatte gedeckt, welche über dem Holze sitzt.

Die Regendächer sind ebenfalls mit so dünnem Holz eingedeckt.

Wagentritte. Die Wagentritte sind aus ca. 4mm dünnem Blech gefertigt. Die Seiten sind aufgebogen, und an diese ist der Wagen- und Perron-Tritt befestigt; um dem Tritt Halt zu geben, ist derselbe vorn nach unten, und hinten nach oben umgebortelt. Derselbe ist mit kleinen halbrunden Buckeln, die durchgedrückt werden, versehen, damit derselbe an der Oberfläche nicht zu glatt wird. Es sind einige Löcher zu bohren, damit das Wasser abfliessen kann.

Kothflügel. Die Kothflügel sind von dünnem Blech hergestellt. Es empfiehlt sich, die Ecken dieser Kothflügel an den Seiten herumzuziehen und denselben somit eine E Form zu geben, wie Fig. 3 Taf. LVII zeigt. Wenn, wie bei den Wiener und Stuttgarter Wagen (Taf. LIV und LX), der Kothflügel den Perron nur einfach gerade, oder nur sehr wenig gewölbt, begrenzt, so wird derselbe sehr bald durch das sich anlehnende Publikum hinausgedrückt. Die erstere Anordnung giebt demselben eine wesentlich grössere Festigkeit.

Elastischer Zug. Um den Stoss beim Anziehen des Wagens nicht so stark auf die Brust des Pferdes zurückwirken zu lassen, sind am Ende des Deichselmauls zwei Gummi-Cylinder aufgesetzt (s. Fig. 12—14 Taf. LIX), so dass diese den Stoss mildern. Damit keine Eckungen entstehen, ist der Apparat schräg zur Zugrichtung des Pferdes zu setzen (s. auch Fig. 11 Taf. LIV und Fig. 64 p. 366).

Deichselstützen. In das Deichselmaul müssen sämmtliche Deichselstützgabeln (Fig. 21) passen.

Achsen mit losen Rädern. Es wurde oben schon erwähnt, dass bei manchen Pferdebahnanlagen die Wagen mit einem losen und mit einem festen Rade ver-

sehen sind, um die Curven mit den Wagen vollkommen zwangslos passiren zu können. Fig. 1—3 Taf. LIX geben Abbildung derartiger Construction, desgl. Fig. 7 Taf. LIV.

In Kopenhagen sind fast sämmtliche Wagenachsen nach Fig. 2, System Rowan, ausgeführt; diese Construction ist jedoch kostspielig. Jedes Rad hat seinen eigenen Achsstummel, die durch das dieselben umfassende Rohr zu einem Ganzen vereinigt werden.

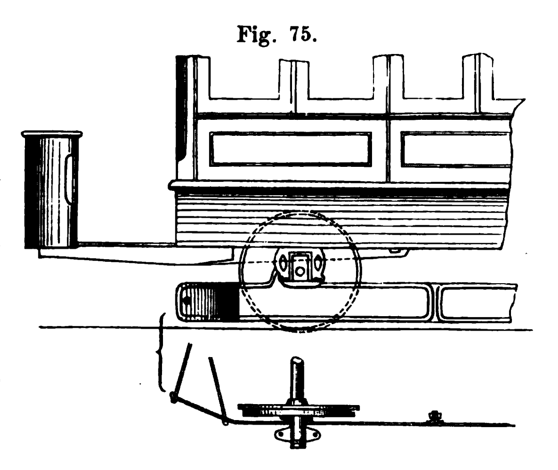
Diese beiden Rohrhälften sind durch schmiedeeiserne Schellen, Schnitt *a b*, an vier Stellen umfasst. Zwischen die beiden Stossflächen der Rohrhälften wird ein Drahtgitterstreifen mit Mennigkitt bestrichen gelegt, um das Rohr zu dichten und somit den Austritt des Schmieröls aus den Fugen zu verhüten. Die Schraube in der Mitte dient zur Schmierung.

Fig. 1 und 3 sind der Anordnung Fig. 7 Taf. LIV vorzuziehen, da die in den Curven vorkommenden Schläge und Stösse, welche sich auf die Räder, bezw. auf die Achsen übertragen, von den festen vorhandenen Bunden besser aufgenommen werden, als von der (Fig. 7) aufgeschraubten Mutterscheibe mit feinem Gewinde, welches aus der Scheibe, bezw. von der Achse vollkommen zerschlagen und zerdrückt wird.

Es empfiehlt sich, die Radnabe ziemlich lang zu machen, um dem Rade selbst eine gute Führung an der Achse zu geben.

§ 25. Sicherheitsvorrichtungen an Strassenbahnwagen. — Beim Ein- und Aussteigen der Passagiere während der Fahrt, welches bei den Strassenbahnwagen nicht zu vermeiden ist, können leicht Unfälle vorkommen, wenn das Ein- und Aussteigen an der vorderen Plattform geschieht; an letzterer sollten daher stets bewegliche Thüren angebracht werden, wie Fig. 1 und 5 auf Taf. LVI zeigen. Dieselben sind zum Ein- und Aushängen eingerichtet und sollten angeschlossen werden können, um das Ein- und Aussteigen an der vorderen Plattform während der Fahrt geradezu unmöglich zu machen.

Fig. 75.



Trotzdem durch diese einfache Vorrichtung das Publikum vor entsetzlichen Verstümmelungen, oder das Leben desselben geschützt werden kann, findet man dennoch in vielen Städten diese Rücksichtnahme gegen die Passagiere nicht geübt.

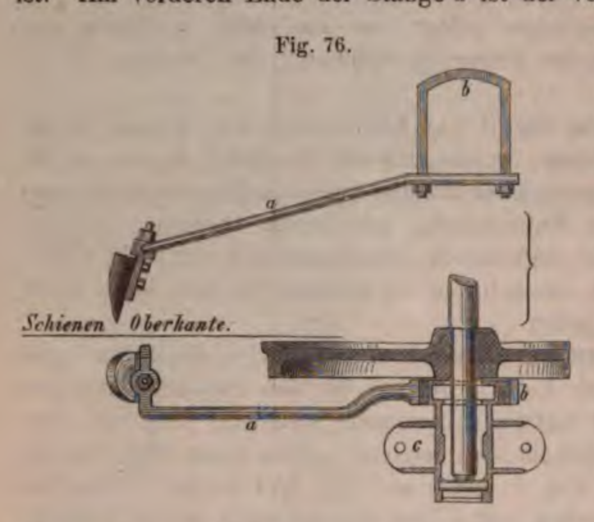
Der Grund, welcher gegen das Schliessen der vorderen Perrons angeführt wird, dass der Kutscher im Nothfall nicht schnell vom Perron zu den Pferden kommen kann, ist nicht stichhaltig, da z. B. bei sämmtlichen Bahnen in Berlin diese Schutzthüren angebracht sind und der Kutscher gegebenen Falls einfach über den Kothflügel steigt.

Eine fernere Schutzvorrichtung, um ein Ueberfahren zu verhüten, ist die in Fig. 75 gegebene. Dieselbe wurde an den Wagen der Strassenbahn in Hannover angebracht, und werden durch diese Schutzbleche alle auf dem Gleise liegenden Gegenstände zur Seite geschoben und dadurch ein Ueberfahren unmöglich gemacht. Diese Schutzbleche wurden von einer Commission des Hannoverschen Bezirksvereins deutscher Ingenieure construirt und bestehen aus je zwei, ca. 200^{mm} breiten, 4^{mm} starken Blechstreifen, welche 30^{mm} von den Schienen abstehend, auf beiden Seiten

ausserhalb der Räder so angebracht sind, dass sie vor und hinter den Rädern etwas nach einwärts gebogen, durch Querverbindungen vorn, hinten und in der Mitte gehörig versteift und an den Achsbüchsen unabhängig von der Federung des Wagens aufgehängt sind.

Eine das Gleiche bezweckende Construction ist die in Fig. 76 gegebene. Die Räumerstange *a* ist mit der Schelle *b* an der Achsbüchse *c* befestigt, so dass diese Construction ebenfalls unabhängig von den Schwankungen und Federungen des Wagens ist. Am vorderen Ende der Stange *a* ist der von einer Blattschraube befestigte Holzklotz befestigt. Die Berlin-Charlottenburger Pferdebahn verwendet hierzu vortheilhaft die alten ausrangirten Gummibuffer, indem sie gleiche Stücke, wie gezeichnet, aus dem Buffer herausschneidet. Eine fernere Construction hierfür ist die in Belgien patentirte. Aehnlich der Vorrichtung in Hannover, ist ein Rahmen um das Untere des Wagens und um die Räder geführt und an den vier Achsbüchsen aufgehängt. Der Zwischenraum, welcher zwischen der oben über dem Pflaster freigehenden Stange und dem Wagenkasten bleibt, ist mit einem Netz von dicker Hanfschnur übersponnen. Diese Construction ist zwar leicht, bedingt aber viele Unterhaltung.

Fig. 76.



Entgegen diesen rationell construirten Vorrichtungen sind zu dem gleichen Zwecke bei verschiedenen Bahnen Schutzbretter an den Wagenkasten befestigt. Sobald der Wagen seine federnde Bewegung ausübt, stossen und schleifen die Bretter oben auf dem Pflaster, oder sie müssen so hoch über dem Pflaster aufgehängt werden, dass ein Aufstossen nicht mehr stattfindet. Dadurch aber wird der Zweck, dem sie dienen sollen, nicht erreicht; es wird vielmehr der Verunglückende durch diese Vorrichtung erst zerquetscht und dann übergefahren.

Alle derartige Constructionen müssen ihren Stützpunkt an der Achsbüchse haben, da diese den Schwankungen des Wagens nicht folgt.

C. Betriebs-Motoren.

§ 26. Allgemeines. Als betreibenden Motor finden wir bei den Bahnanlagen bisher das Pferd fast allgemein und ausschliesslich. Doch mehren sich, zufolge der grösseren Ausbreitung der Strassenbahnen, auch die Versuche, ein billigeres Betriebsmittel als die Pferde zu finden, und verspricht der Dampf hierfür wohl den meisten Erfolg. Auch mit comprimirter Luft sind Versuche gemacht, desgleichen mit starken Federn, die durch stationäre Maschinen zusammengedrückt wurden, um ihre Federkraft sodann auf geeignete Uebersetzungsvorrichtungen zu übertragen und hierdurch den Wagen weiter zu treiben. Solche Versuche haben aber zu befriedigenden Resultaten nicht geführt.

§ 27. Pferde. Von den zum Betrieb der Bahnen verwendeten Pferden haben sich als besonders geeignet für diesen Dienst kurz und gedrungen gebaute Pferde erwiesen.

Diese finden sich besonders unter:

1. den Percheron oder Ardennen,
2. den englischen Pferden (Yorkshire),
3. den kleinen Dänen und Jüten.

Zufolge der sehr theueren Preise der Pferde sub. 1 und 2 werden jedoch in Deutschland auch vielfach die ungarischen, russischen, hannoverschen und mecklenburger Pferde verwendet.

Anzahl der Pferde. Die Anzahl der für eine Anlage zu stellenden Pferde richtet sich selbstverständlich nach der Frequenz, anderentheils jedoch ganz besonders nach der Race derselben und schliesslich auch nach den örtlichen Verhältnissen. Einen Anhalt hierfür giebt die Zahl der zum Betriebe nothwendigen Wagen, oder die erfahrungsmässige Leistungsfähigkeit eines Pferdes in Meilen oder Kilometern, beziehungsweise der Dienstdauer in Stunden. Es wurden z. B. auf der Linie Berlin-Charlottenburg pro gesundes Pferd und Tag im Jahre 1874 zurückgelegt: 3,1 Touren à 8437 Meter = rund 26 Kilometer. Dieses ist die Durchschnittsleistung; die zeitweilige ist, da die Pferde nicht 3,1 Touren, sondern 2 Hin- und Rücktouren = 4 Touren machen müssen, pro Tag = $4 \times 8437 = 33600$ Meter, wozu unter Umständen des Sonntags im Sommer noch eine Hin- und Rücktour bis ans Brandenburger Thor hinzukommt, so dass dann die Ausnahmeleistung auch wohl 40 und mehr Kilometer wird.

Sollen z. B. auf einer Bahn, deren Länge 6 Kilometer ist, 72 Touren, das ist 144 Hin- und Rücktouren gemacht werden, so wären hierfür nach Vorstehendem nothwendig:

$$\text{für Einspänner } \frac{144 \times 6 \text{ Kilometer}}{26 \text{ Kilometer}} = 33 \text{ Pferde,}$$

hierzu für kranke und dienstunfähige:

bei Einspännern . . . . . . 15% = 5 -

Summa 38 Pferde.

$$\text{für Zweispänner } \frac{144 \times 6 \text{ Kilomet.} \times 2}{26} = 66 \text{ Pferde,}$$

hierzu für kranke und dienstunfähige 10%, ... 7 -

Summa 73 Pferde.

In Wien war die Leistung eines Pferdes im Jahre 1875 pro Tag = 3,268 Meilen = rund 25 Kilomet.

Bei der Grossen Berliner Pferdebahn leistete das Pferd pro Tag = 26,8 Kilomet., welche Länge in einer Dienstdauer von 4 Stunden zurückgelegt wurde.

Für Zweispänner werden hier 8 Pferde, für Einspänner 4 und 5 Pferde, je nach der Länge der Strecken oder etwaigen Terrain-Schwierigkeiten, Steigungen, starken Curven etc. angenommen. Für Reservepferde werden 10—15% gerechnet, einschliesslich der kranken und zeitweilig dienstunfähigen Pferde. Diejenigen Einspänner jedoch, welche mit 5 Pferden berechnet sind, erhalten diesen Zuschlag nicht.

Für Elberfeld-Barmen, Hannover, Dresden, Danzig etc. wurden diese Annah-

men ebenfalls zu Grunde gelegt. Auch in anderen Städten treffen dieselben annähernd zu.

Bei oben angeführtem Zahlenbeispiel wurde der zurückgelegte Weg zu Grunde gelegt. Die Anzahl der nothwendigen Pferde kann jedoch auch nach den erforderlichen Wagen für den Betrieb berechnet werden. Eingangs pag. 303 wurde die Fahrgeschwindigkeit zu rund 1000 Met. pro 5 Minuten angegeben; es wären also für eine 6 Kilomet. lange Strecke an Wagen erforderlich, wenn pro Stunde 6 Mal gefahren und 12 Stunden Betriebsdauer angenommen wird:

$$\frac{6 \times 12 \times 6000}{5 \times 1000} = 8{,}6 = 9 \text{ Wagen,}$$

man rechnet pro Wagen für Zweispänner ca. 8 Pferde incl. kranke; dieses giebt 72 Stück; für Einspänner rechnet man 4—5 Pferde, und ergiebt dieses 9×4 bis $5 = 36$ bis 45 oder 40 Stück, wie oben. Das richtigere Verfahren für Bestimmung der Anzahl der Pferde ist jedoch das nach der Bahn-Länge, dividirt durch die Leistungsfähigkeit des Pferdes.

Futterrationen. An Futter erhalten die Pferde pro Tag

bei Berlin-Charlottenburg:

4 Kilogramm gequetschten Mais,
4,5 - Hafer,
4,3 - Heu,
3,8 Kilogramm Stroh (zu Häcksel u. Streu),
0,125 - Kleie und Leinkuchen.

Bei der Grossen Berliner Pferdebahn:

9 Kilogramm Hafer,
3,5 - Heu,
3,5 Kilogramm Stroh (zu Häcksel und Streu).

Bei der Stuttgarter Pferdebahn:

8,4 Kilogramm Hafer,
7,9 - Heu,
3,2 Kilogramm Stroh,
0,125 - Mehl und Kleie.

Bei der Wiener Tramway (1875):

7,05 Kilogramm Hafer,
4,5 - Heu,
2,5 Kilogramm Stroh.

Bei der Pferdebahn in Lüttich:

7,0 Kilogramm Hafer, gequetscht,
2,5 - Heu,
2,5 - Weizenstroh (nicht geschnitten).
5,0 Kilogramm Roggenstroh (zu Streu),
0,5 - Leinsamen-Mehl.

Bespannung der Pferde. Als Geschirre treffen wir Kummet und Sielengeschirre. Kummetgeschirre sind solche Geschirre, bei denen die Stränge an einem festen Kranz, der sich um den Hals des Pferdes legt, befestigt sind, wodurch ein geringerer Druck auf die Brust des Pferdes beim Ziehen schwerer Lasten ausgeübt wird. Es eigenen sich aus diesem Grunde diese Kummetgeschirre hauptsächlich für Lastfuhrwerk.

Sielen- oder Blattgeschirre sind solche, bei denen die Stränge an einem breiten Lederriemen (das Blatt), der nur vor der Brust des Pferdes liegt, befestigt sind. Die ersteren waren anfänglich in Berlin eingeführt, sind aber sowohl hier, wie auch in Hamburg verlassen worden, da beim Umspannen dieselben nicht jedem Pferd passen, und

in solchem Falle die Pferde leicht Druckschäden bekommen. Für leichtes Trabfuhrwerk ist das Kummet eine unnöthige Belastung des Pferdes, sobald der Wagen im Zuge ist. Wenn wir nichtsdestoweniger in Belgien etc. ausschliesslich diese Geschirre finden, so sei gleichzeitig darauf hingewiesen, dass dort fast ausschliesslich die kurzen und gedrungenen Percheron oder Ardenner Pferde, die so ziemlich von gleicher Stärke sind, verwendet werden. Aber auch hier bleiben die erwähnten Verletzungen nicht erspart, weshalb man die Kummetgeschirre in Lüttich ebenfalls abgeschafft hat.

Fig. 77.

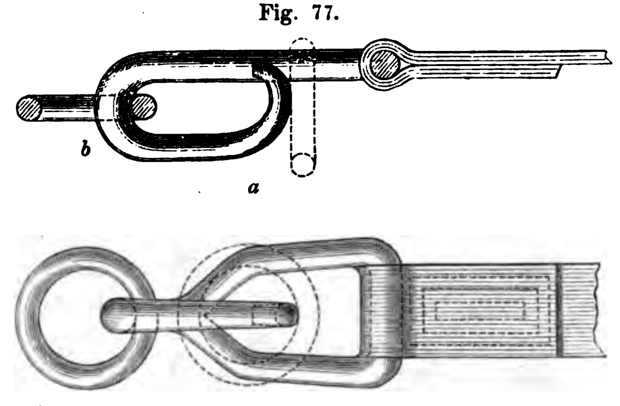


Fig. 78.

Ein sehr einfacher und praktischer Geschirrhaken findet in Belgien Anwendung, derselbe ist in Fig. 77 u. 78 angegeben.

Der Haken sitzt am Siel oder Strang, der mit seinem anderen Ende am Ortscheid beim Umspannen befestigt bleibt.

Beim Wechseln der Bespannung wird der Ring, welcher an dem Kummet oder Blattgeschirr sitzt, dadurch, dass der Haken in der Oese bei *a* sich erweitert, unter die Spitze des Hakens bei *b* gebracht und kann sich sodann beim Laufen des Pferdes nie auslösen.

In England und Belgien, Amerika etc. wird auf den Strecken, welche kein Gefälle haben, viel ohne Deichsel und nur mit einer Waage oder einfachem Ortscheid gefahren. Besonders für diese Art der Bespannung eignen sich die Haken sehr gut. Das Umspannen geht ausserordentlich rasch, da der Stallknecht den einen Ring, der Conducteur den andern einklinkt. Der Kutscher bleibt hierbei auf seinem Platz und bekommt nur die neue Leine.

Hufbeschlag der Pferde. Da häufiges Lösen der Hufeisen dem Pferdehuf schädlich ist, so sind Hufeisen erfunden worden, an welchen man die am schnellsten abgenutzten Theile, nämlich die Stollen, ersetzen kann, ohne das Eisen losnehmen zu müssen. Dadurch, dass die Stollen leicht losgenommen werden können, ist man in der Lage, bei eintretendem Glatteis den Pferden mit geringer Mühe geschärfte Stollen einzusetzen. Für die Befestigung sind drei Arten gebräuchlich.

Hufeisen mit Schraubstollen. Das Hufeisen mit Schraubstollen ist eine der älteren Constructionen, die trotz mancher Nachtheile doch fast ausschliesslich angetroffen wird. Schraubstollen für den gewöhnlichen Bedarf sind würfelartig wie *a*, die für Glatteis gebräuchlichen pyramidal wie *b* geformt (s. Fig. 80) und mit einem kurzen Schraubenansatz versehen, welcher in das Hufeisen hineingeschroben wird. Diese Stollen werden aus Stahl angefertigt und gehärtet, bekommen dann aber sehr leicht beim Härten sog. Härtrisse an der Ansatzstelle und brechen dort leicht ab. Diese abgebrochenen Stumpfe lassen sich aus dem Hufeisen nur schwer entfernen, und muss dasselbe zu dem Zwecke gewöhnlich abgenommen werden.

Conische Einsteckstollen. Besser sind in dieser Beziehung die Einsteckstollen mit conischem Ansatz. Dieselben haben eine keilförmige oder cylindrische Stollenform, welche nach oben in einen conischen Ansatz ausläuft (s. Fig. 81). Da hier der Stollen gegen den Conus nicht absetzt, so ist die Gefahr des Reissens beim Härten vermieden, und werden daher diese Stollen nur selten von den Pferden beim

Vorstossen des Fusses abgebrochen. Auch lassen sich diese Stollen sehr leicht befestigen und lösen. Selbst abgenutzte Stollenstumpfe lassen sich, ohne das Hufeisen abnehmen zu müssen, leicht entfernen.

Die ersten Einsteckstollen waren von vierkantigem Stahl hergestellt und entsprechend der vierkantigen Grundform des Stahles pyramidal zugespitzt. Die Eisen bekamen ein entsprechend vierkantiges Loch, welches mit einem Normaldorn nachgetrieben und in welches dann die Stollen eingesteckt und festgeschlagen wurden. Diese Form wurde jedoch bald durch die runde conische Form verbessert, die entschieden vorzuziehen ist, da die Stollen und Löcher sich weit leichter und genauer herstellen lassen.

Es sei noch bemerkt, dass geschärfte Einsteckstollen mit ihren Schneiden unter rechtem Winkel gegen einander eingesteckt werden, damit der eine ein seitliches, der andere ein vorwärts oder rückwärts Ausrutschen verhindere. Für gewöhnlich laufen die Pferde auf den stumpfen cylindrischen Stollen (Fig. 79 u. 80); da dieselben sehr leicht sind, so kann man sie von feinem, gutem Stahl anfertigen. Die Herstellungskosten excl. Material betragen ca. 1 Pf. pro Stück.



Fig. 79. Fig. 80. Fig. 81.

Sollen diese Stollen entfernt werden, so genügt ein Schlag mit dem Hammer gegen dieselben und ein bis zwei Schläge unter das Eisen, dann fliegt derselbe durch die Prellung heraus. Läuft sich ein Stollen soweit weg, dass er keinen Seitenschlag mehr erhalten kann, so wird das Pferd an den Beschlagbock geführt, der Fuss aufgesetzt und der Stumpf mittelst Durchschlag herausgebracht.

Die meisten Einsteckstollen sitzen so fest im Eisen, dass ein Ausfallen derselben fast nie vorkommt, dieselben werden vielmehr bis auf die Länge eines kleinen Stumpfes abgenutzt. Die Berlin-Charlottenburger Bahn, welche diese Stollen eingeführt hat, ist mit denselben sehr zufrieden. Bei genannter Gesellschaft werden aber für die Hintereisen Schraubstollen mit keilförmigen Stollen verwendet, da die älteren Pferde nicht allein beim Anziehen, sondern auch beim Laufen nach Kutschersprache »meist auf den Zehen« auftreten. Hierdurch bekommt das Eisen Dröhnungen, durch welche Einsteckstollen gelöst werden können. Beim Vordereisen ist dieses nicht der Fall. Die Löcher in den Eisen werden ausgerieben, die Stollen in ein entsprechendes conisches Gesenk geschlagen.



Fig. 82.

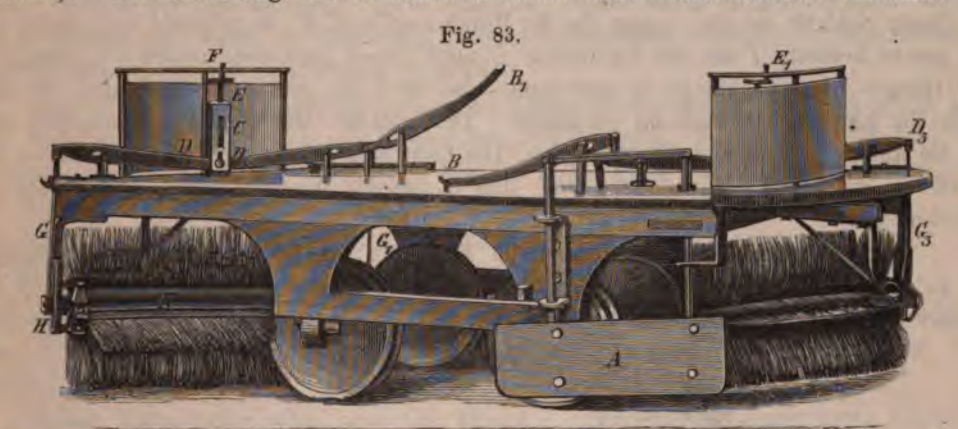
Die dritte erwähnenswerthe Art der Stollenbefestigung ist die in Belgien vielfach übliche und auch in Düsseldorf eingeführte. Dieselbe stimmt in ihrer Grundform mit den Schraubstollen überein, hat aber einen prismatischen Ansatz (Fig. 82), welcher durch einen Vorstecksplint (sog. Schliesse) am Herausfallen verhindert wird. Da der Ansatz keinen Anzug hat, so sitzt er nicht fest im Hufeisen und bekömmt beim Härten ebenso leicht Risse, wie der Schraubstollen, und bricht daher auch ebenso leicht ab wie dieser.

Bei dieser Beschlagart ist es gebräuchlich, die hinteren Stollen ans Hufeisen anzuschweissen und vor denselben eine vierkantige Oeffnung zu machen, um dort bei Frostwetter geschärfte Stollen einsetzen zu können. Diese Stollen müssen natürlich höher als die am Hufeisen befestigten sein, wie aus Fig. 82 ersichtlich ist. Während die Stollen nicht benutzt werden, pflegt der Huf in die dafür bestimmten Löcher hineinzuwachsen, und muss daher vor dem Einsetzen der Stollen in den Huf mit einem heissen Ansatzdorn die nothwendige Oeffnung ausgebrannt werden. Obgleich diese Stollen weniger empfehlenswerth sind, als die conischen Einsteckstollen, sind dieselben beträchtlich theurer als jene.

D. Betriebs-Einrichtungen.

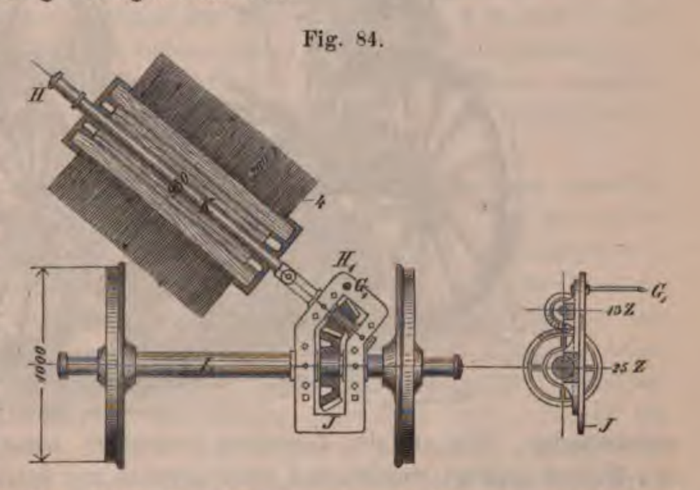
§ 28. Maschine zur Gleisreinigung von Schnee etc. (John Stephenson's Patent). Die Abbildung der in Nachstehendem näher beschriebenen Maschine zur

Fig. 83.



Gleisreinigung verdanke ich der Güte des Herrn Ed. Schmidt, Vertreter des Herrn John Stephenson in New-York. Dieselbe läuft in Berlin in drei Exemplaren und hat sich in Betreff ihrer Leistung vorzüglich bewährt.

Fig. 84.



Die Maschine wird durch 4—8 Pferde gezogen. Auf den Achsen (Fig. 84), sitzen conische Zahnräder, in welche die conischen Getriebe, die an der Bürstenwelle befestigt sind, eingreifen. Das Uebersetzungsverhältniss der Räder ist 2 : 1.

Die Bürstenwalze ist mit spanischem Rohr 4^{mm} stark bekleidet und hat einen Dtr. von 0^{m},93. Das Rohr steht ca. 0^{m},26 aus der Walze heraus. Wenn sich die Maschine vorwärts bewegt, werden die beiden Bürstenwalzen in Rotation versetzt und fegen den Schnee auf jeder Seite von der Hälfte der Bahn bis ca. 1—1½ Met. ausserhalb der Schienen fort. Es hat die grosse Federkraft des Rohres den Vortheil, dass es den

Schnee seitlich an dem Ende der Walze nicht aufstaut, sondern denselben vollkommen zerstreut. Von den Schienen wird der Schnee durch das Pflugbrett *d*, welches unter einem Winkel von 45° zur Schiene angebracht ist, zur Seite gedrückt. Die Höhe dieses Schneepfluges über der Schienenoberkante kann, wie ersichtlich, durch den Hebel *B* u. B_1 vergrössert oder verkleinert werden, je nachdem das Ende des Hebels mit dem Haken in die Schaken einer Kette tiefer oder höher eingeklinkt wird. *B* ist in der Ansicht ganz aufgezogen, B_1 ganz niedergelassen. Um ebenfalls die Walzen, je nach der Abnutzung des Rohres, tiefer und höher stellen zu können, ist der Bock *C* unten geschlitzt und bewegt sich hierin eine Knagge, in welche die beiden Hebelarme *D* u. D_1 mit ihren Enden befestigt sind, auf- oder abwärts, je nachdem die Schraube *E* durch das Handrad *F* rechts oder links gedreht wird, und hierdurch gleichfalls die anderen Enden der Hebel $D\,D_1$ nach unten oder nach oben. An diesen beiden Enden sind die Zugstangen *G* und G_1 in Charnierkloben eingehängt, die mit ihrem anderen Ende *G* an das Lager *H*, G_1 an das eine Ende H_1 einer Schleife *I* fasst. In dieser Schleife ist das Lager für die Bürstenwelle $K\,K_1$ angebracht und dreht sich die ganze Schleife *I* um die Laufachse *L* nach unten oder oben durch die Bewegung der Hänge- oder Zugstange *G* und somit also auch die ganze Bürstenwalze, bis dieselbe die gewünschte Stellung einnimmt. Der gleiche Mechanismus wiederholt sich für die andere Achse und Bürstenwalze. Die Laufräder der Lowry sind, um Höhe und Kraft zu gewinnen, abweichend von den sonstigen Wagenrädern, ca. 1 Met. im Durchmesser.

Wie schon erwähnt, functionirt die Maschine bei trockenem Frost vorzüglich. Ist zu starker Schnee gefallen, so wird erst mit dem gewöhnlichen Pflug vorauf gereinigt und mit der Maschine nachgefegt. Bis 10 Centm. hoch fegt die Maschine

Fig. 85.



selbstständig. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, kann immer nur vor einer der beiden Walzen gepflügt werden und zwar jeweilig vor der, welche den Pferden zunächst ist, also vor der vordersten.

System A. Wood Patent. Aehnlich den Strassenfege-Maschinen hat A. Wood für Glasgow und Edinburgh Maschinen zur Gleisreinigung gebaut, die das Pflaster ab-

fegen und die Rinnen der Schienen reinigen. Eine starke Feder drückt einen Kratzer in die Rille der Schiene und entfernt den Schmutz, der von der folgenden Bürstenwalze gleich weggekehrt wird. Dieser Kratzer giebt gleichzeitig der Maschine Führung auf dem Gleis. Schnappt der Kratzer aus der Schienennuth heraus und stösst aufs Pflaster, so wird dieses dem Führer durch das Anschlagen einer Glocke, die mit dem Kratzer verbunden ist, angezeigt, worauf der Kutscher den Kratzer wieder zum Eingriff bringt. Will der Kutscher ausweichen, so wird der Kratzer gehoben, und führt derselbe sodann hin auf das Pflaster.

Mit der in Fig. 85 in Abbildung gegebenen Maschine aus der Fabrik von H. F. Eckert in Berlin sind auf der Berlin-Charlottenburger Pferdebahn Versuche zur Gleisreinigung gemacht worden, die zufriedenstellende Resultate ergeben haben. Nicht allein um den Kehricht und Koth auf der Strasse wegzufegen, werden diese Maschinen verwendet, sondern auch um losen Schnee (bis zu 5^{cm} hoch) zur Seite zu fegen. Sobald der Schnee nicht feucht (ballend), leistet diese Maschine auch hiefür gute Resultate und kann zu ähnlichen Zwecken empfohlen werden, da eine wesentliche Ersparniss an Arbeitskraft erzielt wird.

Die Walze dieser Maschine muss eine solche Breite haben, dass dieselbe auf jeder Seite der Schienen noch mindestens 30—35^{cm} reinigt, d. i. ca. 30^{cm} länger, als die jetzt übliche Länge der Walze. In diesem Falle muss die Maschine jedoch mit zwei Pferden (vor einander) bespannt werden.

Die gegebene Maschine hat ein Gewicht von 732 Kilogr., eine Arbeitsbreite von 1,80 Met., eine Leistung pro Stunde von 5400 □Met. und kostet ca. 750 Mk.

§ 29. Eis- und Schneekratze (System A. Vogel). Fig. 1 u. 2 Taf. LXIII geben die Abbildung einer Eiskratze, von August Vogel in Neusellerhausen bei Leipzig.

Diese Vorrichtung wird, wie aus Fig. 1 u. 2 ersichtlich, durch zwei Lager a um die an der Achse angedrehten Lagerstellen angehängt. Der Fuss dieser Lager ist auf zwei doppelt gekröpfte Stücke Doppel-T Eisen geschraubt, an deren Stirnenden sich die beiden Lager b und b_1 befinden, in welche die Welle c gelagert ist. Die beiden Doppel-T Gusseisenträger sind durch das Verbindungsstück A in genauer Entfernung von einander gehalten. An den beiden Enden dieses Verbindungsstückes sind zwei Augen angegossen, in denen die Gabeln für die kleinen Stützräder e eingesetzt sind, wodurch also das Gestell aus dem Doppelt-T-Eisen etc., von der Schienenoberkante in constanter Höhe gehalten wird.

An dem Lager a_1 sitzt seitlich ein Stück Rohr angegossen, welches äusserlich abgedreht und worauf sich das conische Rad f lose dreht. Dieses Rad hat an der Nabe eine Verzahnung für eine Klauenkupplung. An dem Doppel-T-Träger ist seitlich der Lagerbock h angeschraubt, desgleichen vorn am Ende der kleine Bock h_1. In den Lagern dieser Böcke liegt die Welle q, die an beiden Enden conische Getriebe i und k hat. Auf der Welle e sitzt noch das Getriebe l, so dass die Achse des Wagens mit der Vorderwelle g durch diese Räder und Wellen in Verbindung steht und sich mithin bei Umdrehung der ersteren ebenfalls dreht, sobald die Klauenkupplung r auf der Achse mittelst des Hebels s in Eingriff gebracht ist. An den Enden der Welle g sitzen kleine Bunde, gegen welche sich eine Spiralfeder legt, die auf der anderen Seite gegen die aus Stahl gefertigten Eisfraisen drückt, welche hierdurch, da sie auf der Welle lose sind und nur per Mitnehmer mit gedreht werden, eine geringe Seitenverschiebung erleiden können. Dieses ist deshalb noth-

wendig, weil die Fraisen in die Spurrinnen der Schienen greifen müssen und diese in ihren Entfernungen um Geringes schwanken.

Damit die Vorrichtung den nöthigen Widerstand gegen die kleinen Fraisen gewährt, ist dieselbe durch zwei Gewichte *m* und m_1 belastet, welche auf die Eisen *n* drücken. Diese haben an ihrem unteren Ende die Rollen *o*, die sich auf *d* um Geringes seitlich bewegen können, wenn ein Ecken und Zwängen sich einstellt; *n* und n_1 sind unterhalb des Wagens nochmals in den Eisenbügel n_2 geführt. Wird durch Curven oder Weichen gefahren, auf deren Aussenseite Flachschienen liegen, so kann der ganze Apparat durch den Kniehebel *p* gehoben und durch die Kette *q* arretirt werden, wie an der hinteren Seite der Lowry gezeigt ist. Da die Lowry nicht gedreht wird, ist der Apparat hinten und vorn angebracht; es arbeitet jedoch immer nur der vordere, und ist der hintere Apparat aufgezogen.

An derselben Lowry ist noch die Schnee- oder Eiskratze (Fig. 1 u. 3) zwischen den Rädern angebracht, die in den Charnierblättern umgehängt werden kann, sobald die Lowry zurückfährt, indem nur die beiden Befestigungsbolzen *t* herausgezogen und umgesteckt werden.

Das Hängeeisen *u* Fig. 1 u. 3 ist am Ende mit einem Stahlhaken versehen. dessen Abstand über den Grund der Schiene durch den Stützbolzen *v*, der unten ebenfalls von Stahl und gehärtet ist, regulirt werden kann. Durch die beiden Schraubbügel *w*, zwischen dem Kratzeisen *u* und dem Bolzen *v* ist das Pflugeisen *x* gehalten, welches mit seiner unteren Kante dicht an die Schiene reicht und Eis und Schnee zur Seite drückt. Das Eisen *u* hat seitlich noch Haken, an welche Gewichte zur Belastung angehängt werden. Die beiden Eisen sind durch eine Querstange *y* verbunden und auf Spur gehalten. Diese letzte Construction kann nur bei solchen Anlagen verwendet werden, die nicht von oben oder in der Spurrinne genagelt sind, da sonst die Kratzfedern leicht hinter den vorstehenden Nagelköpfen festgehakt werden können.

§ 30. Salzwagen (System Julius Lestmann). Um bei Frostwetter und Schneefall die Gleisrinnen und Laufflächen der Schienen frei von Schnee und Eis halten zu können, wird auf dieselben Salz gestreut. Nach Erprobung verschiedener Constructionen, mit Borstenwalzen und Trichtern, welche selbstthätig sein sollten, sich jedoch leicht verstopften und ungenügend functionirten, ist der auf Taf. LXIII Fig. 4 u. 5 gegebene Wagen auf sämmtlichen Berliner Linien in Anwendung gebracht und wegen seiner Einfachheit und Zweckmässigkeit zu empfehlen. Das Vordergestell ist drehbar, und sämmtliche Räder mit kleinen Radflantschen versehen, damit der Wagen auf dem Gleise fahren und auch ausweichen kann. Am hinteren Ende des Wagens steht die Trommel *a*, in welcher die vier Flügel der kleinen Welle *b* durch die Handkurbel gedreht werden kann. Diese Flügel sind windschief gebogen, um gleichzeitig beim Drehen das Salz nach unten in die Löcher zu der Röhre *c* und c_1 zu drücken. Im Mitteltheil des Wagens befindet sich das zum Streuen nothwendige Salz, welches durch einen Arbeiter mit einer Schaufel in kleinen Portionen in die Trommel geworfen und durch einen zweiten Arbeiter durch die Drehung der Flügelwelle in die Röhre gedrückt wird und durch diese auf die Schienen fällt, auf welche es sich, bei gleichmässiger Bewegung des Wagens, auch gleichmässig vertheilt. Die Röhre *c* darf keine plötzlichen und starken Krümmungen haben, damit sie mit den auf dem Wagen vorhandenen langen Nadeln, falls sich Verstopfungen der Rohre zeigen, leicht durchgestossen werden können. Die Rohre müssen von Kupfer sein, weil eiserne Röhren zu leicht rosten und sich dann verstopfen.

Je nach der Stärke des Schneefalls oder des Frostes muss man das Salz mehr

oder weniger dick streuen, was durch die schnellere Umdrehung der Kurbel geschieht: dieses muss von dem auf der Lowry rückwärts sitzenden Arbeiter genau controlirt werden.

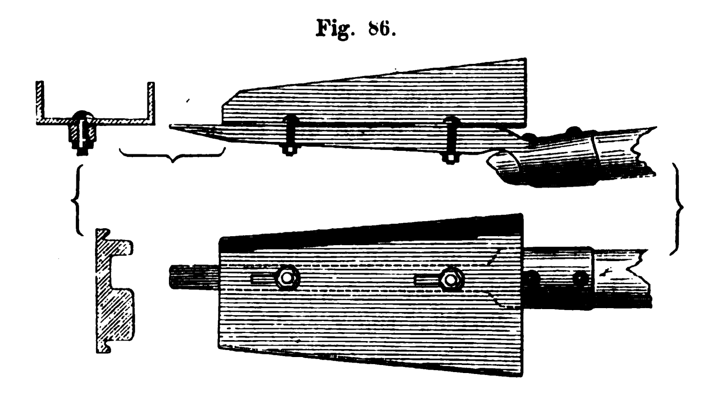
Soll die Streuung selbstthätig durch den Wagen, beziehungsweise durch Uebersetzung von der hinteren Achse aus geschehen, wozu nicht gerathen werden kann, so müsste man eine Doppelconus-Bewegung anwenden und sich die Hinterachse mit drehen lassen, da nur durch die Conusübersetzung die erforderliche Variation genau gegeben werden kann. Der eine Conus wäre dann auf der Achse zu befestigen, der andere in entgegengesetzter Lage oben auf dem Wagen und wäre die Drehung durch Riemen mittelst Winkelräder auf die Welle zu übertragen. Riemenbetrieb im Freien und in Nähe von Salz, welches eine Menge Feuchtigkeit anzieht, ist jedoch nicht zu empfehlen.

Für den Kutscherbock ist sowohl in dem Wagen als aussen an demselben Platz. Der Wagen ist durch zwei Querwände in drei Abtheilungen getheilt. Ueber den Wagen ist ein Deck mit Leinwandüberspannung gemacht, um beim Schneefall das Salz und die Leute zu schützen. Vorn oben ist eine Blendlaterne, die auch ins Innere des Wagens leuchtet, und eine Signalglocke anzubringen. Aussen am Wagen ist das Hemmzeug, hinten ist ein Tritt und eine kleine Thür angebracht. Wenn man beim Umschlag der Witterung rechtzeitig und sorgfältig Salz streut, so kann man die difficile Eiskratze gänzlich sparen.

Da bei anderen Constructionen sich die Rohre und der Mechanismus leicht verstopfen, so sind auch in Kopenhagen Versuche gemacht, das Salz vorher in Tonnen, die auf der Lowry stehen, bis zum Sättigungsgrad in Wasser aufzulösen und dann aus zwei Schläuchen auf die Schienen laufen zu lassen. Der Ausfluss dieser Salzlösung muss mittelst Hähnen zu reguliren sein. Dieses Verfahren ist jedoch nicht so wirksam als wenn das Salz direkt auf die Schienen gestreut wird, und bringt diese Salzlösung ausserdem noch mehr Wasser auf die Gleise, als schon durch den schmelzenden Schnee geschieht.

§ 31. Schneepflug. Der Schneepflug Fig. 10—14 Taf. LXIII erhält vorn den schnabelartigen Schuh, damit der Druck des fortzuschaffenden Schnees den Pflug selbst fest auf die Schienen und das Pflaster niederhält. Derselbe ist abgedeckt und mit einem Deichselmaul versehen, in welches die gewöhnlichen Pferdebahn-Wagendeichseln passen. Soll mit dem Pflug allein gearbeitet werden, so sind an denselben nach hinten hinaus zwei starke Bäume anzubringen, an welchen die Arbeiter den Pflug lenken können. Das Gleiche kann indess auch erreicht werden, wenn man den Pflug vor die Lowry spannt (Fig. 1 u. 2, Taf. LXIII) und denselben mit der Lowry durch gegliederte Stangen, welche eine seitliche Bewegung bis zu 15 Centimeter gestatten, fest verbindet.

Fig. 86.



Reinigung der Gleise mittelst Handschippen. Zur Reinigung werden kleine Stielschippen (Fig. 86) angewendet, die einen kastenartigen Aufsatz haben, in welchen sich der Schmutz hineinschiebt. Durch die Keilform desselben hält sich der Schmutz in diesem Aufsatz beim Reinigen.

§ 32. Tranportwagen für Pferdebahnwagen. Fig. 6—9 Taf. LXIII giebt die Construction eines Wagens zum Transport der Pferdebahnwagen über das Pflaster. Derselbe ist aus Doppel-T-Eisen gebaut, auf dessen unteren Lappen der Flantsch des Bahnwagens steht.

Der Wagen hat vorn ein Drehgestell, um ihn lenken zu können.

Auch ist vorn eine Windetrommel angebracht, um den Wagen an einer Kette, deren Endhaken um die Achse des Pferdebahnwagens geschlagen wird, auf der hinteren schiefen Ebene heraufwinden zu können. Die Kurbeln haben viereckige Zapfen, welche in die vierkantigen Löcher der Walzenachse passen; dieselben werden beim Transport herausgezogen, damit keine vorstehenden Theile vorhanden sind, und müssen so lang sein, dass sie an den Vorderrädern vorbei, und nicht unter den Perron des Bahnwagens kommen, da sonst die Drehung der Kurbel unmöglich wird. Die beiden hinten im Charnier gehenden Eisen der schiefen Ebene werden beim Transport eines Wagens an dem Perron hochgebunden.

§ 33. Schiebebühne. Fig. 1—5, Taf. LII geben die verschiedenen Ansichten und Schnitte einer kleinen Schiebebühne ohne Grube, die sich für Anlagen, wo dieses Hülfsmittel angewendet werden muss, ihrer guten Construction wegen empfehlen dürfte. Dieselbe ist aus einfachem Doppel-T-Eisen gefertigt. Die Querverbindungen sind von Gusseisen. Unter die Doppel-T-Eisen sind zwei Flachschienen genietet, die einseitig vortreten und auf welchen das Rad des Wagens mit seinem Flantsch aufläuft (Fig. 3). Die beiden Seitenträger sind ausserdem noch durch Quer- und Diagonalverbindungsstangen mit einander verbunden.

Die 4 Zungen a, je zwei und zwei an einer Seite, sind an die Hebel b befestigt, mit der Achse c drehbar und auf der entgegengesetzten Seite durch das Gegengewicht d abbalancirt. Diese Zungen sind, um die richtige Seitenentfernung zu halten, jeweilig noch zweimal durch die Verbindungsstangen e und e_1 gefasst.

Die Gussquerträger enthalten die Aussparungen für die Frictionslager, wie Fig. 4 u. 5 in $^1/_6$ natürlicher Grösse zeigt. Die fünf kleinen Stahlwalzen f sind an ihren Enden mit kleinen Ansätzen versehen, welche in die beiden Schilde g greifen; letztere sind durch drei Steckbolzen h verbunden. Ohne diese Frictionslager geht die Schiebe-Bühne zu schwer und haben, sobald sich ein Wagen aut demselben befindet, 3—4 Mann zu schieben, wohingegen mit den Lagern 1—2 Mann die Bühne bequem bewegen.

Um die Achshälse schmieren zu können, ist der kleine Gusskasten i, der durch eine Holzunterlage k in die richtige Höhe gebracht wird, von unten unterzuschieben, so dass das Schmierpolster den Schenkel berührt. Das ganze Lager ist durch die Verschlussplatte l gegen Staub geschützt. Um den Träger zu verstärken, ist oben die Rippe m aufgegossen und das Lager unten durch das Klammereisen n verbunden und durch 4 kleine Schrauben verschraubt.

Um die beiden Achsen mit ihren Rädern unveränderlich in ihrer adjustirten Lage zu halten, sind die 4 Bügel o, welche eine Stellschraube haben, fest an die Gussquerträger verschraubt. Die Stellschrauben greifen durch die Lager-Verschlussdeckel und drücken direct auf die Achse.

In Fig. 3 ist das Untergestell des auf der Bühne stehenden Wagens mit seinen Bremsstangen und Bremsklötzen gezeichnet. Wenn bei einer Bahn verschiedene Wagen-Constructionen vorkommen, so ist bei Einrichtung der Schiebebühne besonders darauf zu achten, dass die vorragenden Bremstheile nicht mit den Rädern und Trägern der Schiebebühne collidiren.

§ 34. Drehscheibe. In Fig. 6 u. 7, Taf. LII ist eine einfache kleine Dreh-
eibe mit versenkter Grube gegeben. Zwischen den beiden Mittel-Querverbindungen,
abgebrochen gezeichnet sind, ist die Mittellagerhülse angebracht, welche um die
ntrumplatte greift. An den Aussen-Querverbindungen sind die vier kleinen Rollen
gebracht, welche die Scheibe in Balance halten. In der Mitte befindet sich der
iche Königsbolzen, um die Höhe der Scheibe adjustiren zu können.

In Fig. 8, Taf. LII ist eine Drehscheiben-Construction ohne Grube angedeutet.
e Scheiben-Construction ist gedacht wie jene der Schiebebühne Fig. 1—3. Die Mitte
· Centrumplatte mit Königsbolzen ist im Schnitt gegeben. Die gleiche Construction
ig. 8) kann man auch zur Drehweiche ausbilden, indem man den Königs- oder
ehzapfen in das eine Ende des Doppel-T-Trägers setzt und an das andere Ende
sselben sodann nur zwei Räder anordnet.

§ 35. Wagenwende. Fig. 7, Taf. LI zeigt eine Gleis-Construction, welche
ohne Drehscheibe ermöglicht, die Wagen umzudrehen. In Pos. 1 ist der Wa-
n angedeutet, das geschriebene *v* bedeutet vorn. In Pos. 2 ist derselbe Punkt *v*
eits nach hinten gerückt. In Pos. 3 ist *v* wieder vorn, aber entgegengesetzt, wie
s. 1, der Wagen also gewendet.

Derartige Anlagen sind zum Umdrehen der Wagen nothwendig, wenn durch
end welche Verhältnisse bedingt wird, dass die beiden Schienen der Gleise auf
ıgen Strecken nicht horizontal gelegt werden können, da sich die Wagen sonst
seitig abnutzen.

§ 36. Entgleisungskeile. In einzelnen Städten ist die polizeiliche Vorschrift,
ss selbst auch die Wagen, welche sonst nicht dazu bestimmt sind, das Gleis zu
lassen, in Ausnahmefällen über das Pflaster auf dem Radflantsch das vorhandene
nderniss umfahren. Der hiefür von der Grossen Berliner Pferdebahn-Gesellschaft
wendete Entgleisungskeil ist in Fig. 87—89 gegeben.

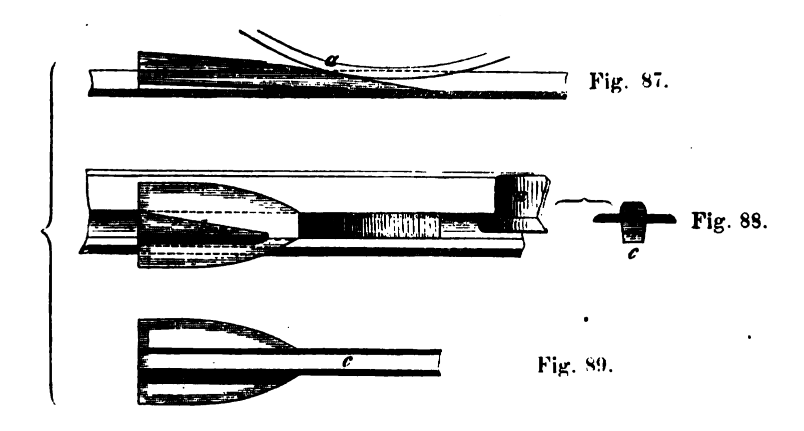


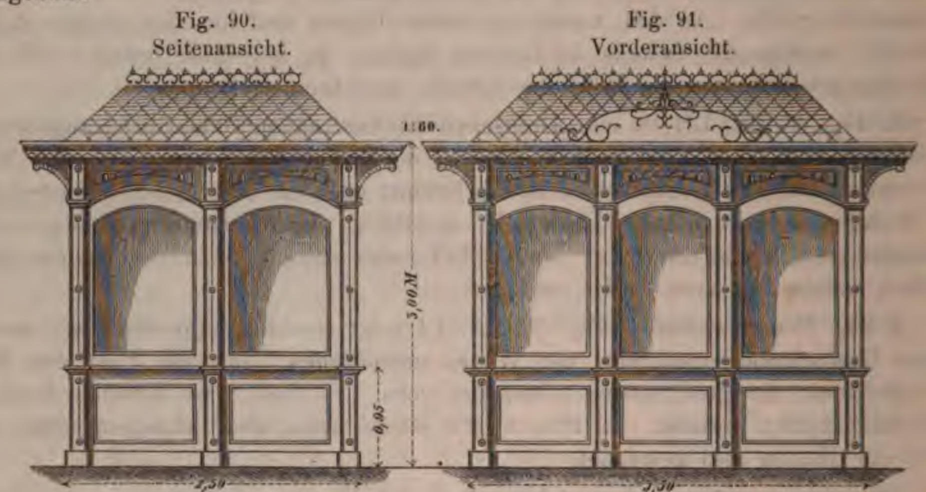
Fig. 87.
Fig. 88.
Fig. 89.

Fig. 87 zeigt den Längsschnitt des Keiles und der Schiene. Fig. 88 giebt den
undriss und Querschnitt des Keiles. Fig. 89 ist die untere Ansicht desselben. Der
il ist so construirt, dass, wenn das Rad *a* mit seinem Flantsch aufsteigt, derselbe
der Nase *b* abgewiesen und hierdurch der Wagen aus dem Gleise gebracht wird.

Zwei dieser Keile werden senkrecht gegenüber in die Nuth der Schiene ge-
t und durch die Rippe *c* gehalten.

§ 37. Wartepavillon. In nachstehenden Fig. 90—92 sind die Wartepavillons der Strassen-Eisenbahn in München gegeben. Dieselben sind den in Brüssel ausgeführten nachgebaut.

Fig. 90. Seitenansicht. Fig. 91. Vorderansicht.



Es ist in diesen kleinen Wartehäusern besonders für eine gute Ventilation zu sorgen, da in denselben sonst im Sommer gar leicht eine unerträgliche Luft und Hitze herrscht. Bei der nebenstehenden Construction (Fig. 92) ist die Ventilation oberhalb der Fenster angebracht.

Fig. 92.

In kalten Klimaten muss, wenn in den Räumen behuf der Umsteigbillets ständig ein Controleur ist, für Heizung Sorge getragen werden.

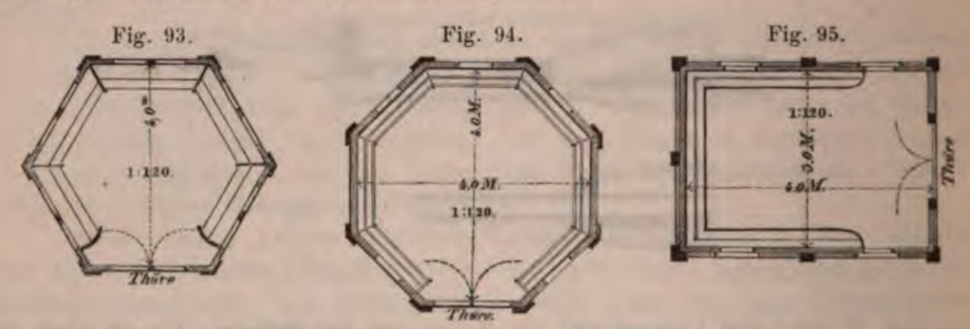
Fig. 93 giebt den Grundriss des Wartepavillons in Hamburg.

Fig. 94 den des Wartepavillons in Gent.

Fig. 95 den des Pavillons in Paris.

Die Ornamentik ist in den meisten Fällen ziemlich die gleiche, und sind den Grundrissen entsprechend nur die Dächer verschieden. Diese sind bei den sechs- und achteckigen Grundrissen als Zeltdächer angeordnet.

Fig. 93. Fig. 94. Fig. 95.



Die meisten derartiger Pavillons sind einfach aus Holz hergestellt.

§ 38. Pferdeställe. [4]) Allgemeine Rücksichten. Bei Anlagen der Stallungen ist Rücksicht darauf zu nehmen, dass der Raum bei angemessener Grösse,

[4]) Die nachfolgenden Notizen sind zum grossen Theil der Schrift des Professor Engel entnommen. (Der Pferdestall 1876).

frische, reine Luft, genügendes Licht, gehörige Temperatur und angemessene Reinlichkeit gewährt.

Temperatur. Nach Mittheilungen von Friedrich Engel in seinem Werke »Der Pferdestall« ist die geeignetste Stalltemperatur für Pferde, welche schnellen Dienst leisten, + 16° R. und soll nicht unter + 10° R. sinken. Derselbe verweist ebenfalls auf Untersuchungen von Henneberg und Strohmann über den Futterverbrauch bei verschiedenen Stalltemperaturen, aus welchen sich ergiebt, dass der Futterbedarf mit sinkender Stallwärme steigt und zwar von + 8° R. ausgehend, für jeden Temperaturgrad nach dem Gefrierpunkt hin um 5—7 %; umgekehrt aber mit steigender Wärme für jeden Grad (bis 13° R.) um 2—3 % abnimmt.

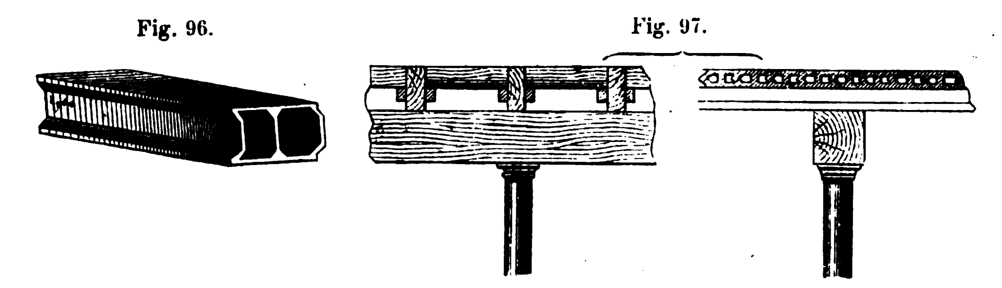
Baugrund. Der Baugrund darf nicht feucht sein, eventuell ist Drainage um die Fundamente anzulegen.

Höhe des Stalles. Die Höhe des Stalles ist abhängig von der Anzahl der in demselben zu stellenden Pferde, und ist für Ställe mit 30 Ständen ca. 4—4,3 Met. zu nehmen.

Herstellungsmaterial der Umfassungswände. Das Material, aus welchem die Wände hergestellt werden, muss ein gutes und festes sein, bei Ziegelsteinen guter Mittelbrand. Der Stalldunst theilt sich den Steinen mit und erzeugt bei weichem Material leicht Salpeterfrass und somit Zerstörung des Mauerwerks.

Deckenconstruction. Besondere Sorgfalt ist der Deckenconstruction zuzuwenden, sobald über dem Stall Futterräume sind, damit diese den sich im Stall

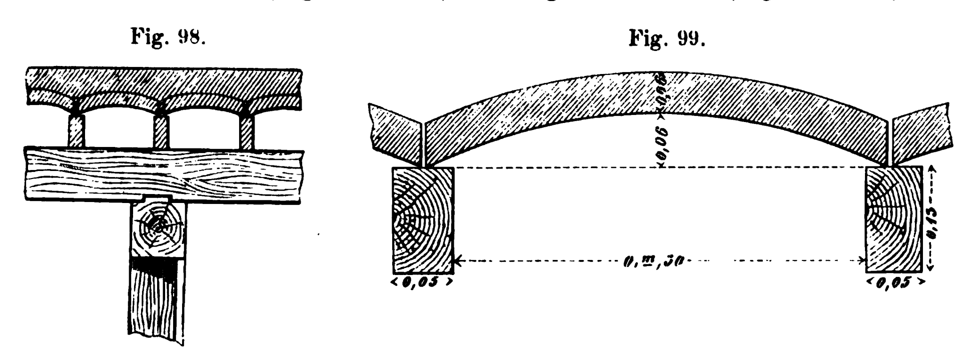
Fig. 96. Fig. 97.



befindenden Dunst nicht durchdringen lässt, wodurch das Futter auf dem Boden verdirbt und von den Pferden nicht mehr gefressen wird.

Besonders empfehlenswerth sind die nebenstehenden beiden Constructionen von Dr. Dünkelberg (Fig. 96 u. 97) und Ingenieur Wolf (Fig. 98 u. 99). Beide

Fig. 98. Fig. 99.



sind bestrebt, die der Fäulniss so sehr exponirte Balkenlage etc. thunlichst frei zu lassen, damit die Luft die Balken trocken halte.

An die Balken (Fig. 97) sind Leisten genagelt, welche die mittelst Drainrohrpresse gefertigten hohlen Ziegelplatten (Fig. 96) von ca. 31 Centim. Länge, 13 Centim. Breite und 8 Centim. Dicke tragen. Die Platten haben Falze und werden mit Kalk und Cementmörtel gedichtet. Die Wand- und Stegstärken derselben sind 1 Centim. Das Gewicht pro Stück ist 3 Kilogr. Die Platten sind durch die eingeschlossene Luft schlecht wärmeleitend.

Bei der Construction des Ingenieurs Wolf (Fig. 98 u. 99) ist das Holz der Decke noch mehr dem Luftwechsel ausgesetzt.

Nach der Länge des Gebäudes werden auf die Balken, in Entfernung von 37 Centim., 5,0 bei 13 Centim. starke Riegel befestigt und auf diese die bogenförmige, in den Fugen mit Cementmörtel ausgestrichene Ziegelplatte gelegt, welche den Lehmschlag trägt. Bei dieser Construction liegen die Balken fast ganz frei, der Lehmschlag schadet dem Holz nicht. Die Decke gewährt Sicherheit bei ausbrechendem Feuer; dieselbe ist gegen den Dunst undurchdringlich, ebensowenig fällt Staub vom Boden herab, und es kann der Lehmschlag leicht reparirt werden. Besser, jedoch auch wesentlich theurer, sind die Deckeneinwölbungen zwischen Eisenbahnschienen und Doppel-T-Träger. Es lassen sich nach Baurath Engel die Kappen von $0^m,125$ Stärke zwischen T-Eisen auf 4—5 Met. spannen, so dass 3 Stände zwischen die Stützpunkte gebracht werden können.

Standabgrenzung. Die Aufstellung der Pferde nach der Längenrichtung des Stalles bedingt weniger Platz, als die mit Querständen und mit Futter-Mittelgang. Die Längsstellung ist in Deutschland sehr gebräuchlich. Dieselbe hatte allerdings mit Rücksicht auf die Anbringung der Fenster ihre Nachtheile; nachdem jedoch zur Verglasung der Fenster das Rohglas verwendet wird, welches die Pferde nicht so blendet, ist dieser Nachtheil gehoben, und kann auch diese Aufstellung empfohlen werden.

Die Standbreite pro Pferd ist, da die Pferde einen anstrengenden Dienst haben, geräumig und mindestens $1^m,55$—$1^m,7$ zu nehmen.

Die Länge derselben ist $3^m,1$—$3^m,3$, die Gangbreite, incl. Jauchrinne 2 Met.

Futterkammer. Dieselbe ist ausserhalb des Stalles und neben diesen zu legen, damit der Dunst nicht in das Futter zieht, wodurch dasselbe, wie schon erwähnt, von den Pferden ungern oder gar nicht mehr gefressen wird.

Bodenraum. An Bodenraum sind erforderlich zur Aufnahme des nöthigen Rauhfutters pro Pferd:

für Heu	28	Cubikmet.
- Stroh zu Häcksel	6,3	-
- - - Streu .	7,7	-
Zusammen	32,0	Cubikmet.

Gestatten es die örtlichen Verhältnisse, so ist selbst ein noch grösserer (Cubikinhalt) Bodenraum pro Pferd vortheilhaft.

Aufhängung der Latirbäume. Fig. 100—104 geben diverse Aufhängungsvorrichtungen, die ihrer Einfachheit oder guten Construction wegen empfohlen werden können. Bei sämmtlichen Anordnungen ist Rücksicht darauf genommen, dass die Befestigung keine starre, sondern eine nachgiebige ist, damit die Pferde beim Aufstehen sich nicht beschädigen können, sobald sie mit dem Kreuz unter den Latirbaum kommen, und ferner der Baum leicht gelöst werden kann, sobald die Pferde beim Ausschlagen etc. auf demselben zu reiten kommen.

In Fig. 102 ist der Baum durch einen Strick gehalten.

Die Balkenträger oder Pilarstiele sind durchbohrt, der durchgezogene Strick ist, nachdem er um das Holz geschlungen, mit einer leichten Schleife geschlossen, welche der Baum selbst festhält. Sobald das Pferd über den Latirbaum geschlagen, wird an dem Ende *a* gezogen, und fällt dann der Baum hinunter, wodurch das Pferd wieder frei ist.

Fig. 100.



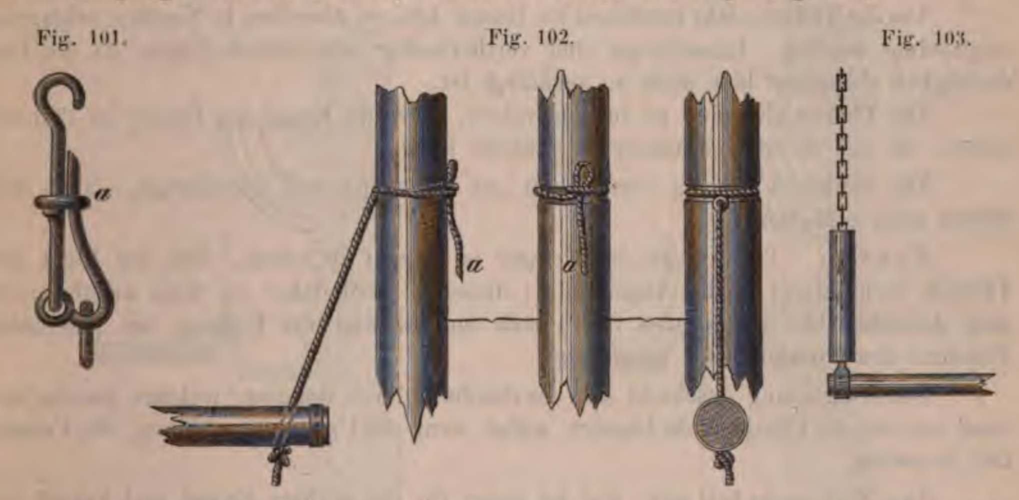
Sind keine Pilarstiele angeordnet, so hängen die Bäume unter der Decke, und werden die Aufhängehaken dann an Ketten oder Strängen befestigt. Die gleiche Befestigung wird an den Balkenträgern angewendet, doch wird, um dem Baum eine Seitenbewegung zu gestatten, der Haken an einem Stück Kette von 40 Centimeter, welches mittelst Krampe an Träger angeschlagen wird, aufgehängt.

Da das Eisen im Stall stark rostet, ist darauf Rücksicht zu nehmen, dass Eisentheile unter sich wenig Berührungsfläche haben, und dass die Ringe *a* (Fig. 101) genügend gross sind. Auch sind runde Querschnitte überall empfehlenswerth. Um dem Einrosten zu begegnen, hat man die Haken auch von Holz gemacht (s. Fig. 100).

In Fig. 104 ist der Aufhängungshaken an den Pilarstiel oder Standsäule befestigt. Bei sämmtlichen Constructionen wird der Ring *a* gehoben und fällt sodann der Baum nieder.

In Fig. 103 ist noch zum Schutz der Pferde die Holzwalze über die Kette geschoben. Diese Anordnung kann selbstverständlich auch bei den soeben betrachteten Aufhängungen benutzt werden, sobald der Haken höher gehängt wird.

Fig. 101. Fig. 102. Fig. 103.



Die Höhe, in welcher der Latirbaum über dem Fussboden aufgehängt wird, richtet sich nach der Grösse der Pferde und muss stets etwas grösser, als die halbe Höhe des Pferdes sein, $0^m,95-1^m,00$ bis Oberkante für Mittelpferde. Der Baum wird hinten etwas höher gehängt, als vorn.

F u s s b o d e n. Der Fussboden des Stalles muss gegen das Aussenterrain mindestens um 15 Centim. höher gelegt werden, damit Tagewasser oder aufsteigende Feuchtigkeit denselben trocken lassen.

Die Neigung des Standes soll nicht grösser als 2—3 % der Standlänge sein. Die Stallgasse erhält Querwölbung mit Ueberhöhung um 2—3 % der Breite. Für die Stände ist Feldsteinpflaster des einsickernden Urins und der dadurch entstehenden schlechten Stallluft wegen nicht zu empfehlen; dasselbe ist auch zu kalt, man müsste es denn in Beton setzen, mit Cementguss abgleichen und in diesen in der Längenrichtung Rinnen schneiden.

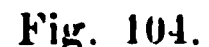
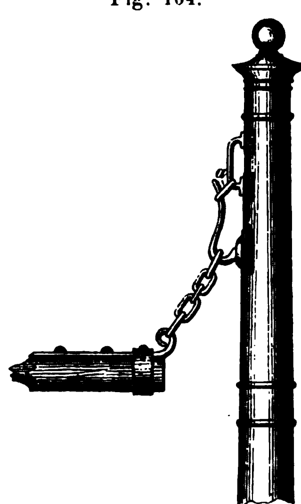


Fig. 104.



Besser ist schon Pflaster von Kopfsteinen in hydraulischen Kalk gesetzt, da dasselbe eine ebene Fläche bildet. Aber am meisten ist Klinkerpflaster in Hydraul-Kalk, Cement oder Festmörtel zu empehlen. Holzpflaster ist zwar weich und warm, jedoch der starken Fäulniss und Verbreitung schlechter Luft wegen nicht empfehlenswerth. In der Stallgasse genügt Feldsteinpflaster.

Jauchrinnen. Die Jauchrinnen sind flach und so anzulegen, dass sie leicht gereinigt werden können.

Thüren. Damit die Pferde sich beim Ein- und Ausgehen nicht beschädigen, sind die Thürpfosten oder Kanten der Thürverkleidung und auch die Ecken des Mauerwerkes abzurunden.

Die Thürbeschläge sind einzulassen und dürfen nach der Aussenseite keine vorstehenden Köpfe oder Muttern haben, an denen sich die Pferde beschädigen oder das Geschirr zerreissen können. An die Thüren sind Sturmhaken anzubringen, damit sie festgestellt werden können.

Um die Thüren nicht vorstehen zu lassen, können dieselben in Nischen schlagend angeordnet werden. Innenthüren sind vortheilhafter als Schiebethüren, da die Undichtigkeit derselben hier nicht so schädlich ist.

Die Thürbänder sind so zu construiren, dass die Kegel der Bänder in Pfannen gehen, da sich diese weit besser in Schmier halten.

Die Schlüssel werden vortheilhaft aus Kanonenmetall angefertigt, damit dieselben nicht einrosten.

Fenster. Bei Anlage der Fenster ist darauf zu sehen, dass das Licht den Pferden nicht direct in die Augen falle; dieselben sind daher so hoch anzubringen, dass dasselbe über den Köpfen der Pferde einfällt und der Luftzug bei geöffneten Fenstern den Pferden nicht schadet.

Die Verglasung geschieht sehr vortheilhaft durch Rohglas, welches durchscheinend ist und die Pferde nicht blendet, selbst wenn die Umstände nöthigen, die Fenster tief zu setzen.

Der Stall muss hell sein, und ist daher für die nöthige Grösse und Anzahl der Fenster zu sorgen. Die Brüstungen und Fensterpfeiler sind unter 45° abzuschrägen, um das Licht gut einfallen lassen zu können. Im Sommer sind Gazefenster einzusetzen, um die Fliegen abzuhalten und den Pferden hierdurch die nothwendige Ruhe zu gewähren.

Die Fensterrahmen sind von Eisen herzustellen. Zur Einführung frischer Luft müssen die Fenster zu öffnen sein. Es empfiehlt sich, diese Oeffnungen nicht zu gross zu machen, um die Pferde vor Zug zu schützen.

Krippen und Raufen. Die Krippen können aus Holz, Stein, Cement und Gusseisen gefertigt werden. Hauptsache ist, dass sie leicht gereinigt werden und Futterreste in ihnen nicht zurückbleiben können, da diese sauer werden und üblen Geruch verbreiten. Auch müssen dieselben genügende Grösse haben, damit von den Pferden das Futter nicht hinausgestossen wird.

Die Höhe des Krippentisches oder der Krippe sollte

für Mittelpferde $1^m,1 - 1^m,2$
- grosse Pferde $1^m,2 - 1^m,4$

betragen.

Die Holzkrippen haben den Nachtheil, dass sie undicht werden und grosse Unterhaltungskosten verursachen.

An den Stein- und Cementkrippen verletzen und nutzen die Pferde sich die Zähne stark ab.

Die besten Krippenschüsseln sind die ovalen gusseisernen, die emaillirt und daher sehr leicht rein zu halten sind.

Die inwendige Grösse ist:

in Länge = 50—52 Centim.
- Breite = 30—36 -
- Tiefe = 24—26 -

zu nehmen.

Die Krippe wird am besten in einen Krippentisch von 40—47 Centim. Breite und bei Eichenholz 5 Centim., bei Kiefernholz 7 Centim. stark eingelassen, und letzterer

Fig. 105.

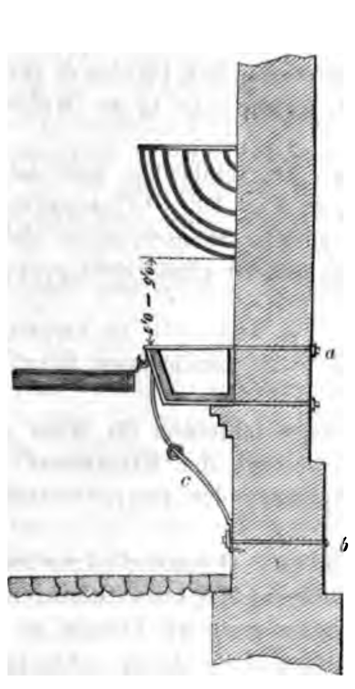
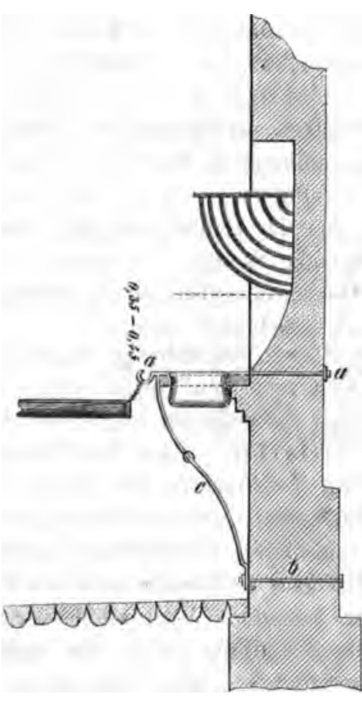


Fig. 106.



oben entweder auf Krippenschienen, oder der ganzen Länge und Breite nach mit einem heiss aufgestrichenen Asphaltbelag von ca. 15 Millim. Stärke abgedeckt.

Der Krippentisch ist fortlaufend anzuordnen, damit das Futter, welches die

Pferde aus der Raufe reissen, nicht in die Streu fällt, sondern noch vom Tisch abgefressen wird.

Da an dem Krippentisch vielfach die Standbefestigung der Pferde stattfindet, so ist dieser sehr solide mit der Mauer zu verbinden. Es empfiehlt sich hierzu in der Tischhöhe entweder eine durchgehende Austreppung zu mauern, oder einzelne Steine in Entfernungen von 0,5 Met. als Console vortreten zu lassen, auf dem der Tisch, oder auch lang durchgehende Holzkrippen (siehe Fig. 105) dann solide aufliegen, wie Fig. 105 u. 106 zeigt. Der hinuntergebogene Haken der Blattschraube *a*, an welchem gleichzeitig der Latirbaum aufgehängt wird, giebt einen einseitigen Kopf für dieselbe, wodurch die Tischplatte fest gegen die Mauer geschraubt wird. Aussen ist unter die Mutter eine grosse Unterlagscheibe oder Rosette zu legen.

Die rund gebogenen Haken dürfen nach oben nicht offen sein, da sich die Pferde daran sonst die Nüstern aufreissen können; derselbe ist daher nach hinten geschlossen zu machen. Getragen wird der Tisch durch die Sprungstange *c*. In diesem Falle ist die Sprungstange unten umzubiegen, damit die Befestigungsschraube *b* entlastet wird. In Fig. 107 ist der Tisch auf die eingemauerte Console *d* befestigt, welche ebenfalls oben und unten mit den umgebogenen Enden in die Mauer eingegipst wird. Der oberen Schraube *g* ist ein Oesenkopf mit Ring zu geben, an welchem die Pferde beim Putzen im Freien aufgebunden werden können. Auf die Vorderseite der Console ist eine Latte *e* geschraubt, an welche die Bretterverkleidung *f* befestigt wird, damit die Pferde sich nicht mit dem Kopf unter den Krippentisch stossen. Diese Bretterverkleidung darf jedoch nicht bis an die Mauer geführt werden, sondern muss unten offen bleiben, damit sich in dem Hohlraume Ratten nicht einnisten können.

Raufen. Die Raufen sind entweder durchgehende Leiterraufen von Holz oder Eisen, oder Korbraufen von Eisen. Dieselben bekommen über dem Krippentisch bei hoher Verabreichung des Futters (Fig. 105) 0,5 — 0,7 Meter, bei der senkrechten (Fig. 106) 0,35—0,45 Met. Um auch hier ein Unterstossen des Pferdes zu verhindern, werden dieselben vortheilhaft in Nischen befestigt, welche man in der Mauer ausbildet, wie vorstehend in Fig. 106 gezeigt ist.

Befestigungs- oder Sprungstangen. Die einfachste und dabei auch praktische Art der Befestigung der Pferde ist die in Fig. 105—107 angegebene. Es ist eine einfache Stange, die unten in der Mauer mittelst Steinschrauben oder durchgehender Bolzenschrauben solide befestigt und oben mittelst eines Breitlappens an den Krippentisch geschraubt wird.

Die Stange ist unten in angegebener Weise (Fig. 105—107) zu kröpfen, damit der Ring sich zwischen Sprungstange und Mauer nicht festklemmen kann, da die Stangen sonst fortwährend losgerissen werden

Ventilation. Gute Ventilation ist ein Haupterforderniss für einen gesunden Stall, da die Ausdünstung der Pferde und die Zersetzung der Excremente sich der Stallluft mittheilen, den regelmässigen Athmungsprozess der Thiere beeinträchtigen und zu Krankheiten Veranlassung geben.

Es ist nach Untersuchungen von Dr. Max Märker, »Untersuchungen über natürtürliche und künstliche Ventilation, vorzüglich in Stallgebäuden etc.« (Göttingen, Deuerlich'sche Buchhandlung 1871), die verticale Ventilation mehr als dreimal so wirksam wie die horizontale. Die Ausführung der schlechten Luft durch schornsteinartige Schächte, welche durch die Stalldecke aufwärts führen, oder aber auch durch Ventilationskasten, welche dicht unter der Decke in den Aussenmauern des Stalles befestigt sind, sind die am meisten üblichen Ventilationen. Natürlich ist ein schorn-

steinartiger Aufsatz beträchtlich wirksamer, als lediglich Ventilationsöffnungen in der Mauer unter der Stalldecke.

Bei beiden Ventilationen pflegen Schieber zur Regulirung derselben angebracht zu sein; den gleichen Zweck mit Mauerlöchern erfüllen übrigens auch die Fenster mit beweglichen Scheibenreihen, doch entsteht bei diesen besonders im Winter, wenn die Stellung der Klappfenster nicht genau regulirt wird, leicht nachtheiliger starker Zug.

Lüftungsöffnungen in der Mauer macht man nach Aussen zu ansteigend, um den Luftwechsel im Stall wenigstens etwas zu beschleunigen (s. v. Fig. 107). Die Dunstschächte werden wie der Schornstein gemauert, oder auch aus Brettern hergestellt. Um ihre Wirksamkeit zu erhöhen, ist es rathsam, dieselben bis unter das Dach doppelwandig zu machen und den Zwischenraum 6—8 Centim. mit schlechten Wärmeleitern, also z. B. Häcksel, Sägespähnen, Flachsschaben auszufüllen. Um den Boden (Futterraum) vor dem eintretenden Dunst zu schützen, kann man noch den Schacht aussen oder auch zwischen den beiden Wänden mit Dachpappe benageln. Die Innenseiten der Schächte sind zu theeren.

Fig. 107.



Der Schacht hat oben ein weit überragendes Schutzdach und unten eine Drehklappe zum Reguliren der Ventilation. Der Schacht wird bis auf ca. 1—1,5 Meter von der Decke aus nach unten erweitert, um den Austritt der abzuführenden Luft zu erleichtern.

Der Querschnitt soll nach Dr. Märker pro Dunstschacht $^1/_{10}$ □M. nicht übersteigen. Nach seinen Berechnungen ist für 35 Pferde eine Gesammtquerschnittsöffnung von 0,520 □M. erforderlich. Es müssten somit ca. 6 Dunstschächte angebracht werden, d. i. pro 6 Pferde einer.

Für horizontale Lüftung würde nach Dr. Märker ca. 1,56 □M. Oeffnung nöthig sein; oder bei einem Querschnitt der Oeffnung von ca. 13 und 22 Centim. deren = 55 Stück.

Es ist rathsam, reichlich für Ventilationsöffnungen zu sorgen, da man nach Bedürfniss einen oder mehrere Schächte geschlossen lassen kann. Um nicht hemmenden Einflüssen des Windes ausgesetzt zu sein, müssen die Dunstschächte auf der First des Daches, nicht aber auf der Dachfläche münden

Kuhmiststand und Wasserbad. Bei grösseren Anlagen ist es nothwendig, falls nicht auf dem Depot ein Teich oder fliessendes Wasser sich befindet, dass zum Auskühlen der Hufe der Pferde etc. auf Herstellung eines geeigneten Wasserbades und Kuhmiststandes Rücksicht genommen werde.

Ist ein Krankenstall vorhanden, so ist diese Anlage dorthin zu bringen. Nach-

stehende Skizze (Fig. 108 u. 109) giebt die Anordnung hierfür von der Berlin-Charlottenburger Bahn. Das Bad ist 0,6 Met. tief und bietet Platz für 2—3 Pferde. Dasselbe hat nach aussen einen Abfluss, so dass es leicht gereinigt werden kann. Der Verschluss ist ein einfacher Holzzapfen. Das ganze Bad ist in Cement gemauert, und der Fussboden und die Seitenwände mit Asphalt- oder Cementguss abgedeckt. Wird nur ein Stand für das Wasserbad genommen, so darf dieses nicht unter $1^m,75$ gemacht werden, da das Pferd in demselben sonst nicht umgedreht werden kann, wenn es wieder herausgeführt werden soll.

Fig. 108 (Schnitt a—b).

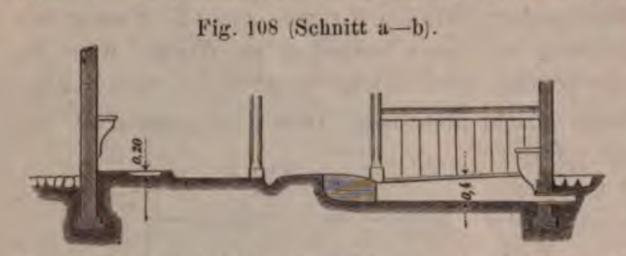
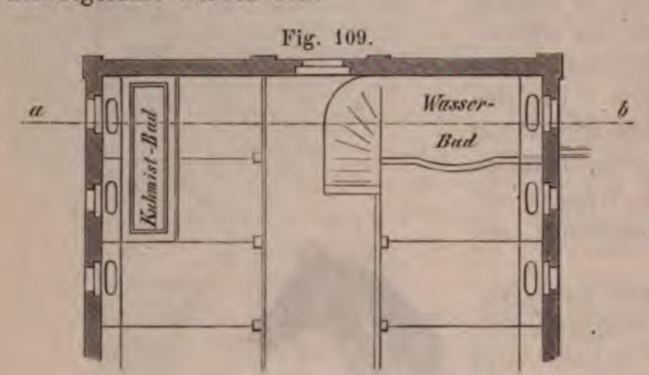


Fig. 109.



Das Kuhmistbad ist für 2 Pferde und durch eine um 25 Centim. über dem Fussboden erhöht gemauerte Rollschicht hergestellt, über welche das Pferd hinwegsteigt. Die Kanten dieser Rollschichten sind nach beiden Seiten zu brechen, damit das Pferd sich die Fesseln an den scharfen Kanten nicht verletzen kann.

Umfassende Literatur über Pferdestall-Anlagen ist in Engel's »Der Pferdestall« angegeben.

§ 39. Wagenschuppen. Bei Anlage der Wagenschuppen ist darauf zu achten, dass derselbe im Inneren thunlichst viel Licht bekommt, um auch auf den Mittelsträngen etwa nothwendig werdende Reparaturen daselbst vornehmen zu können. Liegt eine Längenseite des Schuppens nach Süden, so nehme man für die Fenster an dieser Seite Rohglas, damit der Lack der Wagen, welche vor dem Fenster stehen, nicht reisst oder Blasen wirft. Werden die Fenster mit gewöhnlichen Scheiben verglast, so überziehe man dieselben aus gleicher Rücksicht mit einem Kalkanstrich.

Die Entfernung der Gleise in den Schuppen nehme man 3—3,6 Meter, nicht unter 3,0 Meter; die Wagen haben 2 Met. Breite, es verbleibt somit für den Gang zwischen den beiden Wagenreihen nur 1,0—1,6 Met., die zum Putzen und Waschen der Wagen mindestens erforderlich sind. Bei einer Gleisentfernung von 3 Met. hält es schon schwer, die Achsen und Räder, sobald diese unter dem Wagen ausgewechselt werden sollen, unterzubringen, bezw. zu entfernen.

Zum Auswechseln der Räder empfiehlt es sich, an den Stielen oder Zangen des Dachstuhles etc. Hängeeisen anzubringen, wie Fig. 110 u. 111 zeigt.

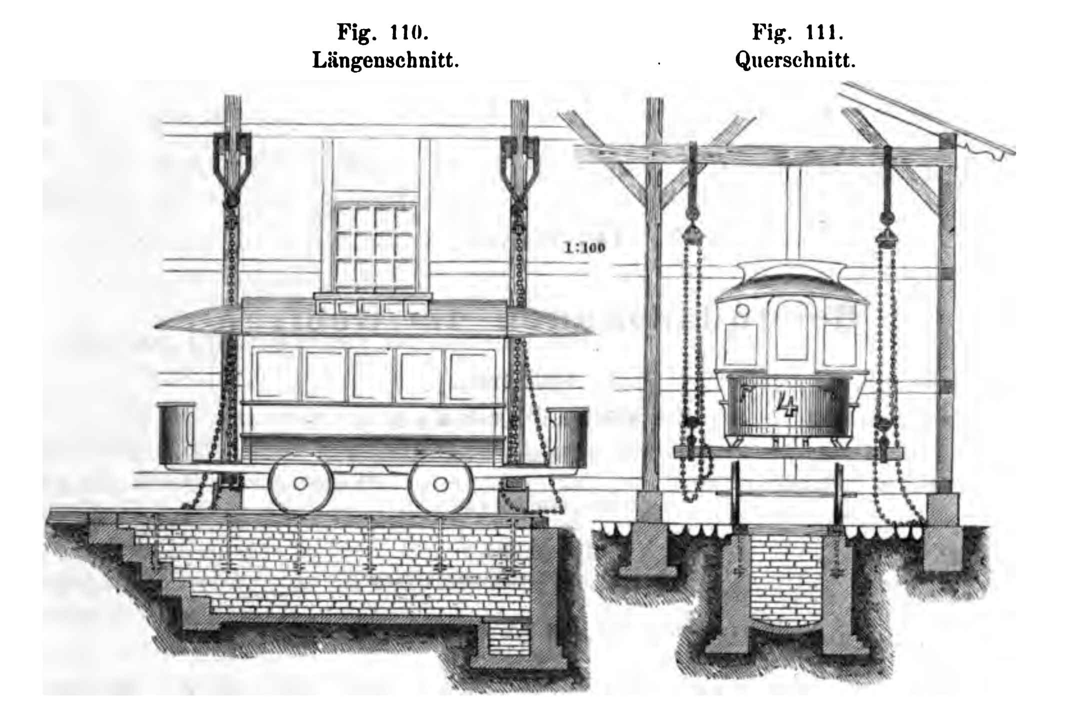
Der Querschnitt (Fig. 111) giebt die aufgewundene Stellung des Wagens, so dass die Räder frei unter demselben fortgerollt werden können.

In den Hängeeisen sind leichte Differential-Flaschenzüge befestigt. Je zwei einander gegenüber hängende Flaschenzüge sind durch ihre untere Rolle mit einer Traverse verbunden, die unter die Perronträger des Wagens gesteckt wird und an welcher die Wagenkasten aufgewunden werden. Dadurch, dass der Wagen aufgewunden schwebt, kann der Arbeiter ihn mit einer Hand leicht regieren und auch heben

und senken, und ist ihm hierdurch das Unterbringen neuer Achsen und Räder sehr erleichtert.

Für grössere Reparaturen, welche unter dem Wagen vorzunehmen sind, ist eine

Fig. 110. Längenschnitt. Fig. 111. Querschnitt.



Reparaturgrube anzubringen. Die Schwellen sind mit Eisenankern aufgelegt und so mit den Wangen des Mauerwerks solide verbunden. Für gute Entwässerung der Grube ist Sorge zu tragen.[5])

[5]) Abweichend von den Angaben unseres betreffenden Prospectus schliessen wir vorläufig das III. Capitel und lassen zunächst das Capitel über Secundärbahnen im Gebirge folgen, welchen sich die Capitel über Tertiärbahnen und Drahtbahnen anschliessen werden. Den Dampfbetrieb auf Strassenbahnen, wie gleichfalls Erhöhte Strassenbahnen und Unterirdische Städtebahnen aber werden wir in besonderen Capiteln am Schlusse dieses Bandes behandeln und zwar aus dem Grunde, weil über diese Gegenstände gegenwärtig fast täglich neue Erfahrungen gemacht werden und wir durch diese Veränderung unserer Inhalts-Anordnung in die Lage kommen, die zurückgestellten in der Entwickelung begriffenen Gegenstände bei Herausgabe dieses Bandes in ihrem derzeitigen Wesen und Bestehen schildern zu können. Die betreffende Literatur des III. Capitels wird dann ebenfalls am Schlusse des Capitels über Dampfbetrieb der Strassenbahnen folgen. Anmerk. d. Redact.

IV. Capitel.

Secundärbahnen im Gebirge.

I. Abtheilung.

Zahnradbahnen.

(System Riggenbach.)

Beschrieben von

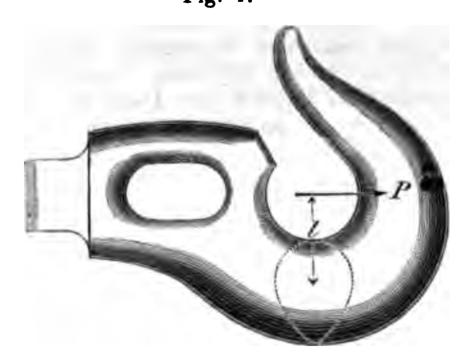
R. Abt,

Constructeur der Maschinenfabrik Aarau.

(Hierzu Tafel LXIV bis LXX und 13 Holzschnitte.)

§ 1. Zulässige Maximalleistung einer Locomotive. — Die fünfzigtausend Locomotiven von heute besitzen alle dieselbe Transmission, welche als eine nahezu milliongliedrige Kette von Wagen über das gesammte Eisenbahnnetz ausgebreitet ist. Aus diesem Grunde darf die Zugkraft jeder Locomotive eine gewisse Höhe, welche durch die Wagen und speciell durch deren Zug- und Stossvorrichtungen bedingt wird, nicht überschreiten. Die häufigste Kraftäusserung der Maschinen erfolgt an der Spitze des Zuges durch Vermittlung der Kupplungen. Wie der Betrieb längst bewiesen, ist dabei der Zughaken, auch abgesehen von unvermeidlichen Stössen, der schwächste Theil. Bridel, Oberingenieur der schweizerischen Jurabahn, hat beobachtet, dass bei einem mittleren Zuggewicht von 172 Tonnen und auf einer Steigung von $25^0/_{00}$ schon eine aussergewöhnliche Zahl von Zughakenbrüchen vorkommt, trotzdem dieselben aus Eisen von ganz guter Qualität und nach Dimensionen ausgeführt sind, welche denjenigen des verstärkten Hakens der deutschen Eisenbahnen ziemlich gleichkommen.

Fig. 1.



Bezeichnet in Fig. 1

P die am Zughaken wirkende Kraft in Kilogr.,

R die Länge des Hebelarmes derselben in Millim.,

W das Widerstandsmoment im gefährlichen Querschnitt,

so berechnet sich

$\mathfrak{S}$ die Inanspruchnahme des Materials pro Quadratmillimet.,

nach der Formel:

$$\mathfrak{S} = \frac{P\,R}{W}.$$

Bei dem soeben erwähnten Zuggewicht von 172 Tonnen beträgt der mittlere Zugwiderstand auf der Maximalsteigung

$P =$ 5400 Kilogr., ferner

$R =$ 60^{mm}

$W =$ 20,000,

es findet somit eine Inanspruchnahme statt von

$\mathfrak{S} =$ 16 Kilogr.

Auf der Semmeringbahn, welche ebenfalls mit $25^0/_{00}$ Maximalsteigung angelegt ist, werden nach den neuesten Veröffentlichungen vom Maschinendirector Gottschalk durch eine Locomotive sogar Züge von 200 Tonnen Gewicht befördert. Der Zughaken des vordersten Wagens hat in Folge dessen einen Zug von durchschnittlich

6400 Kilogr.

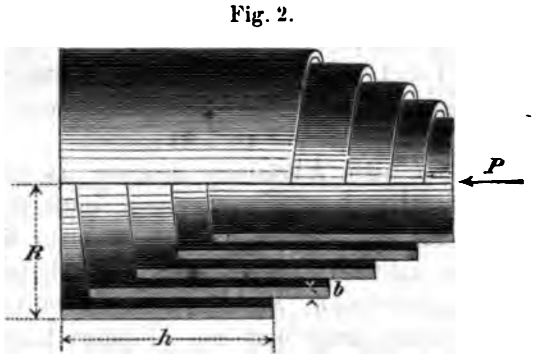
auszuhalten, welcher bei übrigens gleichen Dimensionen, wie oben, eine Inanspruchnahme von

19,2 Kilogr.

verursacht. Es ist dieses ohne Zweifel die höchste Anforderung, welche selbst an ein in jeder Hinsicht vorzügliches Schmiedestück gestellt werden kann, und vom Standpunkt der Sicherheit aus bloss durch den Umstand der Nothwendigkeit gerechtfertigt.

Wie die angeführte Formel zeigt, bedürfte es wenigstens einer Verdoppelung des Widerstandsmomentes, um dem Zughaken die bei derartigen Constructionen übliche Sicherheit zu gewähren. Die einer solchen Verstärkung entsprechenden Dimensionen sind aber von vorn herein unstatthaft, und es ist deshalb eine Zugkraft von 6400 Kilogr. die grösste zulässige Leistung einer Locomotive vor dem Zuge.

Fig. 2.



Die Kraftabgabe einer Maschine kann aber ebensowohl hinter dem Zuge erfolgen. In diesem Falle sind die Bufferfedern in Anspruch genommen. Mehrfache Abmessungen an deutschen und schweizerischen Wagen neuerer Construction haben für die fast allgemein zur Verwendung kommenden Spiralfedern nach Fig. 2, folgende Durchschnittsdimensionen ergeben:

Mittlere Blattdicke . $b =$ 7^{mm},

- Blatthöhe . $h =$ 130 -

grösster Halbmesser . $R =$ 68 -

Gestatten wir die gewiss hohe Inanspruchnahme pro Quadratmillim. von

$\mathfrak{S} =$ 100 Kilogr.,

so ergiebt sich die dieser Spannung entsprechende Tragkraft P einer solchen Feder nach der Formel

$$P = \frac{\mathfrak{S}}{3R} \cdot \frac{b^2 h^2}{\sqrt{b^2+h^2}}$$

Durch Einsetzen der zugehörigen Werthe folgt abgerundet:

$$P = 3200 \text{ Kilogr.}$$

Da jedoch die Uebertragung stets auf zwei Buffer zugleich erfolgt, so erlaubt die Stossvorrichtung der gegenwärtigen Wagen einer Locomotive hinter dem Zuge einen Maximaldruck von

6400 Kilogr.

auszuüben. In Wirklichkeit könnte diese Leistung freilich erhöht werden, indem selbst das Brechen einer Bufferfeder die Sicherheit des Zuges nicht gefährdet. Doch dürfte diese Eventualität zu häufig vorkommen, um dem Betriebe zuträglich zu sein. Bei einem gegebenen Drucke P berechnet sich nämlich die Einsenkung f einer Spiralfeder annähernd nach dem Ausdrucke

$$f = \frac{3}{2} \cdot \frac{PR^2 l}{g} \cdot \frac{b^2+h^2}{b^3 h^3}$$

wobei

l die Länge der Feder $= 210^{mm}$

g den Dehnungsmodul $= \frac{2}{5}$ des Elasticitätsmoduls $= 12000$

und jede der anderen Grössen, die bereits angeführte Bedeutung haben. Daraus berechnet sich für die fragliche Feder bei 3200 Kilogr. Druck eine Einsenkung von

8 Millimet.

Ein so bedeutendes Zusammendrücken ist aber einer Spiralfeder nicht weniger nachtheilig, als die oben gefundene Inanspruchnahme der Zughaken. Wir gelangen also zu dem Schluss, dass die nützliche Tangentialkraft einer Locomotive, möge sie vor oder hinter dem Zuge arbeiten, 6400 Kilogr. nicht übersteigen soll, indem eine Mehrleistung bei der Stärke der ausgeführten Zug- und Stossvorrichtungen des Rollmaterials nicht zur Verwendung kommen dürfte. In der graphischen Darstellung der Leistungsfähigkeit verschiedener Locomotiven auf Fig. 3 Taf. LXIX sind für sämmtliche Steigungen von 20 bis 200‰ die dieser Maximaltangentialkraft entsprechenden Zuggewichte, als .... Curve eingetragen. Wir werden später hierauf zurückkommen.

Bei allen Adhäsionsmaschinen ist die Tangentialkraft eine Function des Gewichtes. Um jene zu vergrössern, muss dieses erhöht werden. Daraus folgt, dass je stärker die Leistung wird, desto mehr Kraft zur Selbstbewegung der Locomotive verloren geht. Dieses ist nicht der Fall bei den Zahnradlocomotiven, wie sie N. Riggenbach, Maschinendirector in Aarau, seit bereits 8 Jahren für 8 verschiedene Bahnen ausgeführt hat. Freilich haben auch diese Maschinen mit den anderen die Eigenschaft gemein, dass, während die Bruttoleistung constant bleibt, mit zunehmender Steigung die nutzbare Leistung auf Kosten der verlorenen abnimmt, jedoch in viel schwächerem Maasse. Es besitzen z. B. die Achtkuppler vom Semmering sammt Tender im dienstfähigen Zustande ein Gewicht von 79 Tonnen, wovon 52 Tonnen das nutzbare Adhäsionsgewicht bilden. Bei der Annahme von $\frac{10}{65}$ Adhäsionscoëfficient ergeben diese Maschinen eine Tangentialkraft von

8666 Kilogr.

oder pro Tonne Locomotivgewicht

101 Kilogr.

Die Zahnradlocomotiven der Bahn von Rorschach nach Heiden haben ein Totalgewicht von 16 Tonnen und arbeiten mit einem constanten Zahndruck, welcher der Tangentialkraft der Adhäsionsmaschinen entspricht, von

6000 Kilogr.

was pro 1 Tonne Locomotivgewicht

375 Kilogr.

ausmacht.

Hier sind wir bei der wichtigsten Charakteristik des Zahnradsystemes angelangt, dessen Vorzüge für den Betrieb von Bahnen mit aussergewöhnlichen Steigungsverhältnissen von so hoher Bedeutung sind, dass es sich als vollberechtigtes Glied unter die fortgeschrittensten Verkehrsmittel einreiht.

§. 2. Geschichtliches. — Die künstliche Reibung und theilweise ein eigentliches Zahnrad liegen den frühesten Gedanken der Locomotivenconstruction zu Grunde. So besass eine von Trevethik im Jahre 1804 gebaute Locomotive, welche auf der Eisenbahn Merthyr-Tydville probirt wurde, Triebräder mit Querrinnen. Blenkinsop von Leeds nahm 1811 sogar ein Patent auf eine Maschine, die sich mittelst Zahnrad und einer mittleren Zahnstange fortbewegte. Die erste dieser Locomotiven wurde am 12. August 1812 auf der 5,6 Kilometer langen Bahn zwischen den Middletoner Kohlengruben und Leeds probirt und zog 30 schwer beladene Kohlenwagen mit 5,2 Kilometer Geschwindigkeit pro Zeitstunde. Die Construction der Maschine wie des Oberbaues bot aber fast unüberwindbare Hindernisse, und als zudem 1814 Blackett, Besitzer der Kohlengruben zu Wylam bei fortgesetzten Proben mit der Trevethik'schen Maschine beobachtet hatte, dass das Locomotivgewicht allein schon genüge, um zwischen den Rädern und Schienen die nöthige Reibung hervorzubringen, war die Zahnradlocomotive bald in Vergessenheit gerathen.

Nach wenigen Jahrzehnten führten Schienenstränge nach allen Richtungen Englands und des Festlandes. Und wenn auch häufig die Natur dem Weiterbau, durch steile Gebirgsrücken, unüberwindliche Hindernisse entgegensetzte, finden sich doch genug Bahnen, welche, zwar mit Strömen Geldes, sich doch den Durchpass erzwungen haben und gegenwärtig auf Steigungen von 30 und 40‰ den Verkehr zu bewältigen suchen. Jedoch verursachen diese Bahnen ausser den enormen (und fortwährenden) Baukosten einen unverhältnissmässig theuren und zudem auch gefahrvollen Betrieb.

Eine derartige Linie mit $26^1/_2$‰ Steigung, theilweise in dem 2,5 Kilometer langen Hauensteintunnel gelegen, hatte N. Riggenbach, seit 1853 Maschinenmeister der schweizerischen Centralbahn, zu betreiben. Diesem Manne war es beschieden, bald nach Erkenntniss des Uebels auch ein geeignetes Mittel zu dessen Abhülfe zu erfinden. Schon im Jahre 1862 erwarb er sich in Frankreich ein Patent für Eisenbahnbetrieb mit Zahnrad und Zahnstange, welchem etwas später gleiche Patente in Oesterreich und den Vereinigten Staaten Nordamerika's folgten. Wenn auch diese Urkunden nicht sogleich zur Verwerthung gelangten, wurde doch tüchtig an der Vervollkommnung des neuen Systems gearbeitet, Zeichnungen und Modelle angefertigt, die dann 1868 bei der Jahresversammlung des schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins zur Vorlage gelangten. Weder das Urtheil dieses Vereins, noch ein späteres Gutachten der Professoren des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich lauteten ermuthigend, indem die theoretische Vollkommenheit des damals auftauchenden Wetli'schen Systems der praktischen Ausführbarkeit des Riggenbach'schen vorgezogen wurde.

Inzwischen hatte Ingenieur Marsh in Nordamerika ebenfalls die Idee einer Zahnradbahn weiter verfolgt und, unterstützt von dem bekannten Unternehmungsgeist der Amerikaner, in der Nähe von Boston auf den Mount Washington eine Zahnradbahn mit 330 $^0/_{00}$ Steigung in Angriff genommen [1]. Diese Nachricht verfehlte in der Schweiz ihre gute Wirkung nicht. Plötzlich war das Zutrauen in das Zahnradsystem erwacht, und als Riggenbach gar mit dem glücklichen Projecte einer Zahnradbahn auf den Rigi auftrat, fanden sich rasch Freunde, welche das Unternehmen auch finanziell sicherten. Noch im Herbst 1868 begannen die beiden Ingenieure und Freunde Riggenbach's, Näff von St. Gallen und Zschokke von Aarau, mit den Vorstudien der Trace. Schon zu Anfang des folgenden Jahres konnte mit den Erdarbeiten begonnen werden, und im Herbst 1870 war die ganze 5320 Meter lange Linie so zu sagen vollendet, so dass sie mit der Kur-Saison 1871 dem regelmässigen Betriebe übergeben werden konnte. Die Bahn beginnt hart am Ufer des Vierwaldstättersees bei der Dampfschiffstation Vitznau. Eine Drehscheibe verbindet die Remisen und Werkstätten mit dem Bahnhofe, dessen Gleis bereits in einer Steigung von 66 $^0/_{00}$ liegt. In raschem Bogen führt von dort die Bahn bis zu den jäh aufsteigenden Felsen des Rigiberges, denen sie bei sehr günstigem Boden bis auf die Höhe folgt, meistens mit 250 $^0/_{00}$ Steigung. Ungefähr in der Mitte des Berges findet sich ein 75 Meter langer Tunnel und unmittelbar daran schliessend die kühn gelegene Schnurtobelbrücke von 75^{m} Spannweite und 250 $^0/_{00}$ Steigung, in einer Curve von 180^{m} Radius. Etwas oberhalb liegt die Haltestelle und Wasserstation Freibergen. Von hier bis Kaltbad ist die Linie zweispurig, um noch weiter oben wieder einspurig den Weg bis Staffelhöhe fortzusetzen.

Noch vor Eröffnung dieser Bahn hatte Riggenbach sein System in einer anderen Gegend der Schweiz bereits zur Ausführung gebracht. Eine kleine Stunde von Bern, in Ostermundigen, existiren Steinbrüche von aussergewöhnlicher Mächtigkeit und geschätzter Qualität. Schon seit Jahren wurden dieselben durch eine Aktiengesellschaft in grossem Maassstabe ausgebeutet und die Steinblöcke mittelst Fuhrwerk auf die 1$^1/_2$ Kilometer entfernt gelegene Eisenbahnstation gebracht. Dieser kostspielige Transport sollte durch Anlage einer Zahnradbahn beseitigt werden. Die Bodenverhältnisse gestatteten die Zahnstange auf die ersten 560^{m} mit 100 $^0/_{00}$ Steigung zu beschränken und den übrigen Theil als gewöhnliche Adhäsionsbahn auszuführen. Da jedoch dieselbe Maschine sowohl auf der Zahnstange als auf dem Thalgleise den Betrieb besorgen sollte, musste sie nach gemischtem Systeme ausgeführt werden. Schon 1870 trat diese erste Zahnradlocomotive ihren Dienst an und versieht denselben bis heute zur grössten Zufriedenheit; seit dem Sommer 1876 ist sie durch eine zweite, ähnlicher Construction, unterstützt.

Die erste Rigibahn, die nur bis Staffelhöhe führte, wurde bald durch Zschokke und Riggenbach bis Kulm, den höchsten Gipfel des Berges (1750^{m} über Meer), fortgesetzt. Die direkte Linie von Vitznau bis Kulm besitzt eine Länge von 7 Kilom. und überwindet dabei eine Höhe von 1310 Metern.

---

[1] Die von Marsh gebaute Bahn wird gegenwärtig noch betrieben. Die Construction des Oberbaues wie des Betriebsmaterials ist aber so primitiv, dass in Folge dessen häufige Betriebsstörungen eintreten. Die Bahnlänge auf den Mount Washington beträgt 4827^{m}, die Höhe der Spitze über dem Seeniveau 1911^{m}, die gesammte Steigung der Bahn 1200^{m}, sodass sich eine mittlere Steigung von 1 : 3,9 ergiebt. Die Zahnradlocomotive zieht einen Personenwagen mit 36 Fahrgästen in 1$^1/_2$ Stunden auf die Spitze des Berges und bewerkstelligt die Thalfahrt in 1$^1/_4$ Stunden.

Anmerk. der Redact.

Der praktische wie finanzielle Erfolg des Zahnradsystemes hatte schnell allgemeines Zutrauen erweckt. In der Nähe von Wien wurde von den beiden letztgenannten Männern (Ingenieur Näff hatte sich nach Vollendung der ersten Rigibahn ins Privatleben zurückgezogen) die dritte Zahnradbahn angelegt. Von Nussdorf ausgehend, führt sie über Grinzin und Krapfenwaldl auf die Hochebene des Kahlenbergs. Sie hat eine Länge von 5 Kilom. und Steigungen von 30 bis 100⁰/₀₀. Die erstiegene Höhe beträgt 280 m. Die Eröffnung fand statt am 7. März 1874.

Inzwischen hatte sich, mit Riggenbach und Zschokke an der Spitze, eine internationale Gesellschaft für Bergbahnen zur Ausbeutung des Zahnradsystemes gebildet, mit eigenen vorzüglich eingerichteten Werkstätten in Aarau. Gleichzeitig gelangten drei grössere Zahnradbahnen zur Ausführung: Diejenige auf den Schwabenberg bei Pest mit einer Gesammtlänge von 3 Kilom. und 103⁰/₀₀ Maximalsteigung. Eine zweite Bahn auf den Rigi, von Arth am Zugersee ausgehend, mit einer 9,8 Kilom. langen Zahnstange und 212⁰/₀₀ Maximalsteigung, nebst einer 1400 Meter langen Zufahrt, welch letztere durch eine gewöhnliche Adhäsionslocomotive betrieben wird. Endlich eine dritte Bahn von Rorschach (am Bodensee) bis Heiden, mit einer Länge von 5.5 Kilom. und Steigungen bis 90⁰/₀₀, welche 1000 Meter oberhalb des Bahnhofs Rorschach in das Netz der Vereinigten Schweizerbahnen einmündet, auf deren Gleise die Bergzüge den Bahnhof erreichen. Sie war der letzte Bahnbau der internationalen Bergbahngesellschaft. Seit dem Frühjahr 1876 werden unter der Direction Riggenbach's nur noch die mechanischen Werkstätten fortbetrieben, die sich darauf beschränken, Betriebsmaterial und Zahnstangen, sowie überhaupt die vollständige Ausrüstung von Zahnradbahnen anzufertigen. Es ist dieses seither bereits für zwei Bahnen geschehen: nämlich für eine solche in Wasseralfingen, Königreich Württemberg, und eine andere in Rüti, Kanton Zürich, in der Schweiz. Beide sind wie jene in Ostermundigen theils mit, theils ohne Zahnstange angelegt und müssen deshalb mit Locomotiven gemischten Systems betrieben werden. Die erstere soll die zur Verhüttung kommenden Stufferze vom nahen Braunenberg nach den Werken bringen und auf dem Rückwege gleichzeitig die Schlacken nach höher gelegenen Ablagerungsplätzen schaffen. Die Zahnstangenstrecke hat eine Länge von 830 m und eine Steigung von 78⁰/₀₀, die zugehörige Adhäsionsbahn eine solche bis 25⁰/₀₀. Die Eröffnung des regelmässigen Betriebes fand am 1. November 1876 statt. Die Bahn in Rüti verbindet die bedeutenden Etablissements von Caspar Honegger mit der nächst gelegenen Eisenbahnstation gleichen Namens. Die Zahnstange besitzt 130 m Länge und 105⁰/₀₀ Steigung. Die beiderseits anschliessende Adhäsionsbahn ist nahezu horizontal, besitzt dagegen Curven von nur 100 Meter Radius. Die zugehörige Zahnradlocomotive hat im Juni 1877 ihren Dienst angetreten. (Vergl. die Längenprofile dieser 8 Zahnradbahnen im Organ 1878, Taf. I.)

§ 3. Unterbau. — Die Trace einer jeden Bahn, die mit Adhäsionslocomotiven betrieben werden soll, muss sich nach den Maschinen richten und unterliegt deshalb in ihrer Führung sehr kostspieligen Beschränkungen. Ein hochwichtiger Vorzug des Riggenbach'schen Systemes besteht nun darin, dass dieses gestattet, die Bahn, in fast unbeschränkter Weise, unmittelbar den Bodenverhältnissen anzupassen, da die Zahnradlocomotiven stets der gewählten Trace entsprechend construirt werden können. Wie die Erfahrungen bei 8 Zahnradbahnen zeigen, sind die Concessionen, welche hier dem Terrain gemacht werden dürfen, gegenüber den bei Adhäsionsbahnen höchstens zulässigen, ganz bedeutende. So haben sich auf offener Bahn für eine Geschwindigkeit bis 12 Kilometer pro Zeitstunde Curven mit 180 Meter und bei etwas geringerer

Geschwindigkeit solche von nur 100 Meter als ganz zulässig erwiesen, ebenso Uebergangscurven von 300 und selbst 200 Meter bei Gefällswechseln. Hinsichtlich der Steigungen sind die Grenzen noch mehr erweitert. Auf den nur 30‰ Steigung habenden Strecken der Kahlenbergbahn, wie auf jenen von 250‰ am Rigi, arbeitet das Zahnrad täglich mit Sicherheit und Erfolg. Dass auf diese Weise ganz ansehnliche Ersparnisse bei der Anlage gemacht werden können, ist einleuchtend. Als sprechendes Beispiel hiefür mag aus den vom Oberingenieur Hellwag für die Gotthardbahn ausgearbeiteten Projecten kurz Folgendes angeführt werden:

1. Baukosten einer Adhäsionsbahn mit 25‰ Maximalsteigung.

Gurtnellen bis Wasen . . .	Frs.	10,578,000
Wasen bis Göschenen . . .	-	11,058,000
Dazio bis Polmengo	-	9,459,000
Lavorgo bis Giornico . . .	-	10,876,000
Zusammen	Frs	41,971,000

3. Kosten der an Stelle der Adhäsionsbahn auszuführenden Steilrampen für Zahnradlocomotiven nach System Riggenbach

Gurtnellen bis Wasen . . .	Frs.	3,047,800
Wasen bis Göschenen . . .	-	3,015,000
Dazio bis Polmengo	-	2,372,800
Lavorgo bis Giornico . . .	-	3,842,000
Total	Frs.	12,277,600

was eine Ersparniss von

29,693,400 Frcs.

oder rund 30 Millionen Franken ausmacht.

Der Unterbau der Zahnradbahnen an und für sich ist derselbe wie bei Thalbahnen. Einzig bei Linien mit ganz ausserordentlichen Steigungen, wie gerade am Rigi, ist es rathsam, in Entfernungen von 75 bis 100^{m} Steinsätze anzubringen, wie sie durch Fig. 12, 13 u. 14 Tafel LXIV dargestellt sind. Dieselben bestehen aus ungefähr meterhohen Quadern, gegen die sich 1 oder 2 Querschwellen stützen und dadurch ein allfälliges Verschieben von Zahnstange sammt Schwellen und Schienen verhüten. Unter normalen Verhältnissen werden diese Stützpunkte durch die der Rampe parallel gerichtete und nie mehr denn 6000 Kilogr. betragende Componente des totalen Zuggewichtes kaum in Anspruch genommen werden; sie bilden aber im ganz neuen Zustande der Bahn und bei gewaltigen Regengüssen, welche den Bahnkörper durchnässen, eine beruhigende Sicherheit.

§ 4. Oberbau. — Schienen. Das Zahnradsystem ist nicht, wie z. B. das Wetli'sche, ein combinirtes, sondern ein einfaches. Während Wetli die künstliche Reibung nur dann zu Hülfe nehmen will, wenn die natürliche Adhäsion nicht mehr ausreicht, verzichtet Riggenbach ganz auf diese und schreitet bloss durch Abwicklung des Zahnrades vorwärts. Aus diesem Grunde können sämmtliche Locomotivräder blosse Laufräder sein. Da zudem weder diese, noch jene der Wagen auf der Zahnstange gebremst werden müssen, da ferner das Gewicht einer Zahnradlocomotive höchstens demjenigen eines beladenen Güterwagens gleichkommt, der Raddruck somit nur 4 statt wie bei gewöhnlichen Bahnen 7 und 8 Tonnen beträgt, so darf nicht nur ein Schienenprofil vom halben Gewicht des gewöhnlichen zur Verwendung kommen, sondern es ist auch die Haltbarkeit der Schienen eine bedeutend grössere. Ihre Befestigung auf den Querschwellen ist ganz dieselbe, wie bei Thalbahnen, dagegen sind sie nicht gegen die Bahnachse geneigt, sondern stehen vertikal,

ohne dass jedoch in Curven die entsprechende Ueberhöhung und Spurerweiterung vernachlässigt wäre.

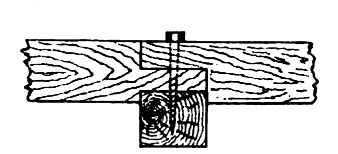
In soweit besitzt eine Zahnradbahn den vollständigen Oberbau einer gewöhnlichen Adhäsionsbahn. Als neu treten hinzu:

die Zahnstange sammt Befestigungsmittel und bei Bahnen mit grösseren Steigungen als 80 ‰

Die Langschwellen.

Letztere sollen bei sämmtlichen Bahnen die Querschwellen mit einander verbinden und dadurch den vom Zahndruck herrührenden Schub vertheilen. In Ostermundigen und Rorschach dienen dieselben ausserdem zur Lagerung der Zahnstange. Sie sind über jeder Querschwelle 3 bis 4 Centim. tief eingeschnitten und mittels durchgehender Schrauben mit derselben verbunden. In den Stössen findet sich eine einfache durch Fig. 3 dargestellte Verbindung. Bei der Vitznau-Rigibahn, wo die Langschwellen nur die Vertheilung und Uebertragung des Schubes zu vermitteln haben, wurde 1876 der Versuch gemacht, dieselben durch solche aus ⊔ Eisen zu ersetzen, wie sie auf Tafel LXIV, Fig. 9 dargestellt sind. Die Rippen sind nach oben gekehrt. Die Verbindung mit den Querschwellen geschieht durch 8 Cm. lange Holzschrauben. Damit das Wasser, welches diese ⊔ Eisen unvermeidlich als Rinne benutzt, nicht bei jedem Schraubenloche in das Holz eindringe und dadurch rasche Fäulniss herbeiführe, wird unter jeden Schraubenkopf ein schwaches, gut mit Mennige getränktes Hanfzöpfchen gelegt, was eine hinlänglich sichere Dichtung ergiebt. In den Stössen wird eine Laschenverbindung hergestellt wie Fig. 11 auf Taf. LXIV zeigt. Dabei sind die Löcher zu den beiden unteren Schrauben oval, um dem ⊔ Eisen freie Dilatation zu gewähren. Damit sämmtliche Holzschrauben von der Schubkraft entlastet werden, ist unter jeder ⊔ Schiene ein Winkelstück angenietet (Fig. 10, Taf. LXIV), das sich an die nächst untere Querschwelle anlegt und den ganzen Schub aufnimmt. Der Erfolg dieser Neuerung verspricht ein ganz günstiger zu sein.

Fig. 3.



Die Bahn in Ostermundigen besitzt ausnahmsweise nur eine Langschwelle, welche in der Bahnachse gelagert ist und gleichzeitig als direkte Unterlage der

Zahnstange dient. Diese besteht, wie Fig. 3 und 4 auf Taf. LXIV zeigen, aus zwei kräftigen Winkeln, deren stehende Schenkel die Zähne tragen, während die beiden übrigen auswärts gekehrten zur Befestigung auf die Langschwelle benutzt werden. Die Zähne bestehen aus Rundeisen von 47 mm Durchmesser. Sie besitzen zwischen den Winkeleisen eine freie Länge von 126 mm. In den Schenkeln der Winkeleisen selbst sind Anpässe angedreht, so dass jeder Zahn an beiden Seiten mit einem 4 mm breiten Rande anliegt. Diese Anpässe reichen anfänglich 4 mm über die Schenkel hinaus, um kalt vernietet zu werden, wodurch die Zahnstange in ein solides Ganze verwandelt wird. Nur die Endzähne jedes Segmentes werden nicht vernietet, sondern es stehen deren Anpässe, wie Fig. 4 zeigt, soweit vor, dass die Laschen $m\ n$ und ausserdem eine Mutter Platz finden. Diese Laschen bilden die Längsverbindung je zweier aufeinander folgender Segmente und tragen auf der unteren Seite ovale Löcher, um den einzelnen Zahnschienen zu gestatten, sich, je nach der Temperatur, auszudehnen oder zusammenzuziehen. Die Befestigung auf die Langschwelle erfolgt durch je 8 Holzschrauben. Die Entfernung der Zähne beträgt von Mitte zu Mitte gemessen 100 mm, so dass auf jedes Segment, deren Länge 3 m beträgt, 30 Stück fallen. Dass bei dieser

Zahnstange runde Zähne verwendet wurden, hatte seinen Grund im plötzlichen Ausbruche des deutsch-französischen Krieges, in Folge dessen das in Aussicht genommene »Trapezeisen« nicht mehr zu erhalten war. Die zwei Hauptbedingungen, welche sich an die Construction knüpfen:

einfache Form (für die Herstellung) und Zulässigkeit eines verschieden tiefen Eingriffes (für den Betrieb),

wurden zwar theilweise durch die für die Ostermundiger-Bahn verwendete Punktverzahnung erfüllt, in höherem Grade aber noch durch die Evolventenverzahnung, und es wurde deshalb diese letztere für alle späteren Ausführungen gewählt. Hierbei erhalten die Zähne die durch Tafel LXIV, Fig. 1 in natürlicher Grösse dargestellte Trapezform, welche sich gleichzeitig zum Walzen gut eignet. Auch die Winkeleisen sind verlassen und durch ⊏ Eisen, wie sie Fig. 2, ebenfalls in natürlicher Grösse zeigt, ersetzt. Es dienen dessen untere Rippen zur Befestigung der ganzen Zahnstange und die Stege zu derjenigen der Zähne, während die oberen Rippen völlige Sicherheit gegen seitliches Ausbiegen gewähren. Das schraffirte ⊐ Eisen mit ungleichen Rippen ist neueren Datums. Es wurde zum ersten Mal bei der Bahn in Rorschach-Heiden angewendet, um das Gewicht der Zahnstange auf das durch die Sicherheit gebotene Maass zu reduciren. Dass dieses nicht schon bei der ersten Rigibahn geschehen, hat seinen Grund in der sehr starken Steigung dieser Bahn. Um nämlich einem Entgleisen des Zahntriebrades, verursacht durch zu grossen Zugwiderstand oder durch irgend einen losen Körper, welchen der Zufall oder Böswilligkeit in die Zahnstange bringen möchte, möglichst vorzubeugen, wurden an jedem Ende der Locomotive Fangarme angebracht, wie sie Fig. 6, Tafel LXVII dargestellt sind und welche unter die obere Rippe der ⊐ Eisen greifen, weshalb die in Tafel LXIV, Fig. 2 einpunktirte Vergrösserung erforderlich wird. In den Stegen der ⊐ Eisen besitzen die Zähne die in Fig. 1 einpunktirte Form, welche durch einfaches Abdrehen der Kanten a b c d erhalten werden. Die so entstehenden Kreisbogen a c und b d ergeben eine solide Lagerung, und die beiden Sekanten a b und c d verhüten jedes Drehen der Zähne. Die entsprechende Oeffnung in den ⊐ Eisen selbst wird durch Stanzen erhalten. Zum Zwecke der Vernietung überragen, auch bei dieser Zahnstange, die Zähne die Stege der ⊐ Eisen anfänglich um 4^{mm}. Durch das Nieten ergiebt sich die ebenfalls in Fig. 1 angegebene, abgerundete Seitenansicht des Zahnes.

Die ganze Fabrikation der Zahnstange, so einfach sie scheinen mag, ist mit manchen Schwierigkeiten verbunden. Es erfordert hauptsächlich deren genaue Theilung nicht nur sorgfältige Arbeit, sondern auch lange praktische Erfahrung. Die vorbeschriebene Zahnstange hat sich im Betriebe, also in der Praxis, ausgezeichnet bewährt; sie macht ihrem Erfinder aber auch in theoretischer Hinsicht alle Ehre, wie die nachfolgende Untersuchung lehren wird. Bei den bisher ausgeführten Zahnradlocomotiven wurde ein Zahndruck von 6 Tonnen als zulässig erklärt. Die Zähne des Zahnrades haben eine Breite von 102^{mm}, diejenigen der Zahnstange eine freie Länge von 126^{mm}. Es sei uns gestattet, den Zahndruck als über diese ganze Länge gleichmässig vertheilt anzunehmen. In diesem Falle berechnet sich die Widerstandsfähigkeit nach der Formel

$$\frac{Pl}{12} = \frac{\mathfrak{S}_1 J}{a}$$

Hierin bedeutet:

P den Druck = 6 Tonnen

l die freie Länge = 126^{mm}

$\mathfrak{S}_1$ die zulässige Inanspruchnahme des Materials pro Quadratmillimeter

$\frac{J}{a}$ das Widerstandsmoment $= \frac{b h^2}{6}$, wenn der Einfachheit wegen ein rechteckiger Querschnitt angenommen wird.

b die Breite des Zahns, gemessen senkrecht zur Bahnachse . $= 36^{mm}$

h - mittlere Höhe des Zahns, gemessen parallel zur Bahnachse $= 45^{mm}$.

Aus der Formel folgt durch Einsetzen der Zahlwerthe

$$\mathfrak{S}_1 = 5.2 \text{ Kilogr.}$$

Die gleiche Kraft P sucht den Zahn auch an seinen Enden abzuscheeren. Der in Betracht kommende kreisförmige Querschnitt besitzt eine Fläche F von 1293 Quadratmillim., es ist demnach jede Flächeneinheit einer Scheerkraft

$$\mathfrak{S}_2 = \frac{P}{2.F} = \frac{6000}{2.1293} = 2.32 \text{ Kilogr.}$$

ausgesetzt.

Es ist einleuchtend, dass von sämmtlichen Zähnen eines Segmentes allemal der unterste am meisten der Gefahr des Ausreissens aus dem Stege der ⊐-Eisen ausgesetzt ist. In diesen selbst nämlich besitzt der Zahn, nach der Längenrichtung gemessen, eine Stärke von 42^{mm}. Da die Theilung 100^{mm} beträgt, so bleiben noch 58^{mm} zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Zähnen. Es muss aber auch der Ausdehnung der einzelnen Segmente Rechnung getragen werden. In der Schweiz beobachtet man Temperaturen von 40° bis −15° Celsius, somit einen Gesammtunterschied von 55°. Bei der gebräuchlichen Annahme, dass ein Grad Wärme jeden Meter eines Eisenstabes um $\frac{1}{82500}$ seiner Länge ausdehne, ist daher für die 3 Meter langen Zahnstangensegmente eine totale Längenänderung von

$$\frac{55 \,.\, 3}{82500} = 2^{mm}$$

vorzusehen. Es sind deswegen von jenen 58^{mm} weitere 2 zu subtrahiren, so dass nur 56^{mm} nützliches Material zwischen den Lagern zweier aufeinander folgender Zähne am Stoss verbleibt, wovon in den Stössen den oberen Segmenten 36^{mm}, den unteren 20^{mm} zugetheilt wurden. Obgleich der letztere Theil nicht belastet ist, könnte er doch hinsichtlich der Herstellung nicht schwächer gewählt werden. Der andere 36^{mm} lange Theil ist auf reines Abscheeren in Anspruch genommen. Wenn daher

δ die Stegdicke der ⊐-Eisen $= 12^{mm}$,

e die Entfernung des Ausschnittes für den Zahn vom Rande $= 36^{mm}$,

P die auf Abscheeren wirkende Kraft $= \frac{6000}{2}$ Kilogr.

bezeichnet, so bestimmt sich die Spannung im gefährlichen Querschnitt nach dem Ausdrucke

$$\mathfrak{S}_3 = \frac{P}{e \,.\, \delta},$$

woraus durch Einsetzen der Zahlwerthe folgt:

$$\mathfrak{S}_3 = 6.94 \text{ Kilogr.}$$

Zur Zeit der Construction der Zahnstange für den **Rigi** wurden von Professor **Culmann** in Zürich eine Reihe von sorgfältigen Versuchen über deren Festigkeit angestellt. Bei einer dieser Proben war z. B. die Endfläche des Zahnloches 28^{mm} vom Rande des ⊐-Eisens entfernt. Bei einem Drucke von 26.5 Tonnen auf den Zahn riss der Steg von der Mitte des Zahnlagers aus. Setzen wir die Werthe

$$P = \frac{26500}{2} \text{ Kilogr.}$$
$$e = 28^{mm}$$
$$\delta = 12^{mm}$$

in die Formel $T_3 = \frac{P}{e.\delta}$ ein, worin T_3 denjenigen Grenzwerth der Tangentialspannung bezeichnet, bei welchem eine bleibende Formveränderung durch Abscheeren erfolgte, so erhält man

$$T_3 = 39.5 \text{ Kilogr.}$$

Bei einem zweiten Probestück erfolgte der Bruch des]-Eisens nach der durch Fig. 4 dargestellten Weise bei einem Gesammtdrucke von 43000 Kilogr. Dabei betrug der Abstand des Zahnlagers vom Rande 50^{mm}. Es war somit für jedes]-Eisen

$$P = \frac{43000}{2} \text{ Kilogr.}$$
$$e = 50^{mm}$$
$$\delta = 12^{mm}$$

woraus folgt

$$T_2 = 36 \text{ Kilogr.}$$

Fig. 4.

Im gleichen Momente, in dem das Ausschlitzen aus den]-Eisen erfolgte, wurde der Zahn an seinen Enden halb durchgescheert. Es besitzen demnach die Zähne eine Widerstandsfähigkeit gegen Abscheeren

$$T_2 = \frac{43000}{2.1293} = 16.7 \text{ Kilogr.}$$

Für die Berechnung des Zahnes auf relative Festigkeit hatten wir oben die Formel benutzt

$$\frac{Pl}{12} = \frac{bh^2}{6} \mathfrak{S}_1 .$$

Beim letzteren Versuche war $P = 43000$, die übrigen Grössen wie früher. Es findet sich daher die mit obigem Grenzwerth T_2 zusammenfallende Inanspruchnahme des Zahnes auf Zug resp. Druck

$$T_1 = \frac{43000 \cdot 126.6}{12 \cdot 36 \cdot 2025} = 37 \text{ Kilogr.}$$

Sämmtliche Versuche haben herausgestellt, dass der Widerstand gegen das Scheeren der]-Eisen der einfachen Schlitzfläche, und nicht der doppelten, wie z. B. bei Nieten gerechnet wird, ziemlich proportional ist.

Ueber die gegenseitige Festigkeit der einzelnen Theile der Zahnstange haben wir gefunden: es beträgt bei 6000 Kilogr. Zahndruck die auf Biegung des Zahnes wirkende Inanspruchnahme pro Quadratmillim.

$$\mathfrak{S}_1 = 5.2 \text{ Kilogr.}$$

das dem Grenzwerth T_2 entsprechende T_1 des zur Verwendung gelangenden Materials

$$T_1 = 37 \text{ Kilogr.},$$

somit die Sicherheit 7,

ferner die auf Abscheeren des Zahnes zielende Inanspruchnahme

$$\mathfrak{S}_2 = 2.32 \text{ Kilogr.}$$

Der oben gefundene Grenzwerth

$$T_2 = 16.7 \text{ Kilogr.}$$

die Sicherheit demnach 7,

endlich die auf Ausschlitzen der]-Eisen wirkende Spannung beim untersten Zahn

$$\mathfrak{S}_3 = 6.91 \text{ Kilogr.}$$

Der Grenzwerth T_3 würde nach obigen Versuchen hier sein

$$T_3 = 35.8 \text{ Kilogr.}$$

somit eine Sicherheit von circa 5.

An Hand des Mitgetheilten wird es leicht werden, für jeden anderen Zahndruck eine Zahnstange mit entsprechender Sicherheit zu construiren. Diese Aufgabe dürfte namentlich für eine höhere Leistung als die bisherige gestellt werden, wenn, wie es gegenwärtig im Projecte hochgestellter Fachmänner liegt, das Riggenbach'sche System bei einer Transitbahn zur Anwendung gelangen sollte. Für diesen Fall ist dann namentlich die Verwendung von Stahl in Aussicht genommen, dessen absolute Festigkeit allein schon eine Erhöhung des Zahndruckes von 40—50% erlauben würde.

Nach dieser Abschweifung kommen wir wieder auf den Oberbau der Vitznau-Rigibahn zurück. Auf Taf. LXIV geben Fig. 12, 13 u. 14 hiervon ein vollständiges Bild. *SS* sind die beiden vertical gestellten, 8 Centim. hohen Schienen, mittelst Nägeln auf die Querschwellen befestigt und durch Laschen und Bolzen unter sich verbunden, wie bei Adhäsionsbahnen. Ausserhalb derselben sehen wir die beiden Langschwellen *LL*, über jeder Querschwelle eingeschnitten und mit dieser verschraubt; schliesslich mit der Bahnachse zusammenfallend: die Zahnstange. Fig. 5 zeigt einen Stoss derselben in grösserem Maassstabe. Dabei sind die Laschen *mn* nicht mehr seitwärts, sondern direct unter den unteren Rippen der ⊐-Eisen angebracht und durch je 6 Schrauben *p* damit verbunden. Hiervon besorgen die beiden mittleren *q* ausserdem noch die Befestigung auf die Stossschwelle. Sämmtliche Bolzen sind in den Laschen und den oberen Segmenten genau passend, besitzen aber in den unteren 2^{mm} Spiel, um der Dilatation Raum zu gestatten.

Im Weiteren ist die Zahnstange auf jeder Zwischenschwelle durch 2 Holzschrauben befestigt. Damit keine derselben auf Abscheeren in Anspruch genommen sei, wurde ein Winkel *w* (Fig. 13 auf Taf. LXIV) quer unter die beiden ⊐-Eisen genietet, der sich an die nächste Schwelle anlegt und den Schub aufnimmt. Der soeben beschriebene Oberbau findet sich unverändert bei den Zahnradbahnen auf dem Kahlenberg, Schwabenberg und derjenigen von Arth-Rigi.

Andere Verhältnisse bietet die Bahn von Rorschach-Heiden. Während die vorgenannten Bahnen für sich abgeschlossen sind, steht diese mit einer Normalbahn in der Weise in Verbindung, dass ihre Züge das Gleis der letzteren auf eine Strecke von 1 Kilom. passiren müssen. Dieser Umstand bedingt, dass das Betriebsmaterial, kurz gesagt, nach den Normalien einer gewöhnlichen Bahn construirt sei. Ausserdem sollte diese Zahnradbahn nicht nur im Sommer, wie die bisher gebauten, sondern continuirlich betrieben werden, da sie nicht nur zur Personenbeförderung, sondern gleichzeitig auch zur Ausbeutung der weit bekannten Rorschacher Steinbrüche zu dienen hat. Ein Winterbetrieb war aber nur möglich, wenn die Construction so eingerichtet werden konnte, dass Schnee und Eis keinen erheblichern Einfluss als bei gewöhnlichen Bahnen hatten. Beiden Hauptbedingungen zugleich ist durch Anwendung einer überhöhten Zahnstange vollkommen Genüge geleistet worden. Dadurch nämlich, dass die Zahnstange höher gelagert wird, die Angriffslinie der Zähne also um einige Centimeter über der Schienenoberkante liegt, kann die Zahnradlocomotive ungehindert Weichen und Kreuzungen passiren, ohne dass das Zahnrad irgend welche Beschädigung erleidet oder anrichtet. Es kann aber auch der Schnee durch die Lücken der Zahnstange fallen oder vom Zahnrade durchgedrückt werden, unterhalb beliebig sich ausbreiten und somit die Lücken niemals verstopfen. Doch sehen wir uns die zugehörigen Zeichnungen Fig. 1, 2 u. 5 auf Tafel LXV an. Ueber den Querschwellen,

die wie üblich im Bahnkörper gebettet sind, liegen in der Mitte des Gleises in einer Entfernung von 100^{mm} die beiden Langschwellen *L L*. Unter diesen führt auf die ganze Länge der Zahnstange ein kleiner Kanal *ab bd* Fig. 1, um einerseits dem Schnee ein noch freieres Durchfallen, andererseits dem Wasser stets einen ungehinderten Abzug zu verschaffen. Auf diese Weise war es möglich, die Angriffslinie der Zähne 380^{mm} über der in Betracht kommenden Oberfläche anzubringen. Die Längsverbindung der Zahnstangensegmente unter sich geschieht wieder durch untere Laschen, doch sind diese sammt den betreffenden Schrauben in die Langschwellen eingelassen und besorgen daher selbst die Entlastung derjenigen Holzschrauben vom Schube, welche die Befestigung der Zahnstange auf die Unterlage herstellen und gleichzeitig Zahnstange, Lang- und Querschwelle fassen.

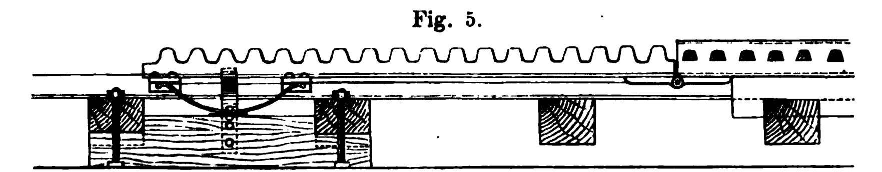
Die Erwartungen, welche von diesem Oberbau gehegt wurden, haben sich in jeder Richtung vollkommen erfüllt. Trotz des überaus rauhen und schneereichen Klimas jener Gegend und trotz primitiver Schneebeseitigungsmittel fand die beiden Winter, während welcher die Bahn betrieben wird, nicht die geringste Betriebsstörung statt. Bei grössern Schneefällen, welche nicht selten 70 und 80 Centimeter Höhe erreichen, wird mittelst einer thalwärts fahrenden Locomotive ein einfacher Schneepflug über die Bahn geschoben, wobei sich herausgestellt hat, dass bei der Wegräumung so gewaltiger Schneemassen die Zahnradlocomotive unverkennbare Vortheile vor den Adhäsionslocomotiven besitzt, welche, wie wohl schon mancher Betriebsbeamte erfahren hat, oft nur mit grösster Mühe oder gar nicht sich Bahn brechen können. Es darf daher mit voller Gewissheit erklärt werden: der Zahnradoberbau kann der Art ausgeführt werden, dass der Betrieb durch die Witterung eher weniger, jedenfalls aber nicht mehr leidet, als auf einer gewöhnlichen Adhäsionsbahn unter denselben Verhältnissen.

Eine weitere Vervollkommnung hat Riggenbach bei den zwei jüngst gebauten Bahnen in Wasseralfingen und Rüti, die ebenfalls das ganze Jahr betrieben werden sollen, eingeführt. Es lässt sich nämlich nicht verkennen, dass bei der überhöhten Zahnstange die Auswechslung der Langschwellen ziemlich umständlich wird und der geringen Haltbarkeit des Holzes wegen auch einen bedeutenden Kostenaufwand verursacht. Ferner bewirkt die ungleiche Ausdehnung von Holz und Eisen nicht selten Ungenauigkeit in den Stössen. Dem Allem ist durch Anwendung von Gusssätteln abgeholfen worden, wie sie auf Tafel LXIV die Fig. 7 u. 8 darstellen. Jedes Segment ist mit seinen Enden durch 2 Schrauben auf einen solchen Sattel befestigt, es bildet daher dieser die Längsverbindung, und die Laschen können wegfallen. Alle Schraubenbolzen sind im Sattel wie auch im oberen Segmente passend, gestatten dagegen dem unteren eine Längenausdehnung von 2^{mm}. Der Schub wird durch ein Winkelstück *w* von allen Schrauben fern gehalten. Es ist dasselbe quer unter die Zahnstange genietet und lehnt sich an den Sattel an, der seinerseits sich mit 2 Lappen *s* gegen die Stossschwelle stützt. Das Gewicht eines Gusssattels beträgt 15 Kilogr. Ausserdem ruht die Zahnstange über jeder Querschwelle auf einer Holzunterlage. Mit Hülfe dieser Sättel ist es möglich, eine noch wesentlich genauere Theilung als ohne dieselben durchzuführen. Ferner ist die Dauer der Unterlage ebenso gross als diejenige der Zahnstange selbst, und endlich fallen auf Bahnen mit mittleren Steigungen die Langschwellen ganz weg, können aber auf solchen, welche deren bedürfen, wie gegenwärtig am Rigi, aus ⊐Eisen hergestellt werden.

Zahnstangeneinfahrten. Nachdem die Zahnstange mit ihren verschiedenen Vervollkommnungen vorgeführt wurde, erübrigt noch anzugeben, wie die Ma-

schine überhaupt auf dieselbe gelangen kann. Denn da wenigstens in den Remisen und Werkstätten über den Putzgruben die Zahnstange weggelassen werden muss, kommen auch für eine reine Zahnradbahn die Uebergänge vom gewöhnlichen Gleise auf die Zahnstangen vor. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Zahnradmaschine reinen und gemischten Systems. Die ersteren müssen ohne Ausnahme auf mechanischem Wege in die Zahnstange gebracht werden, sei es durch Rücken mittels Beissern, sei es durch eine Hülfsmaschine. Da bei diesen Maschinen das Zahnrad in keiner Verbindung mit den Laufrädern steht, so wird es sich bei einem etwaigen Anstossen an den ersten Zahn der Zahnstange etwas drehen und dadurch immer sogleich den richtigen Eingriff finden. Um dieses noch zu erleichtern, werden die ersten Zähne eines solchen Einfahrtstückes weniger hoch und zudem stark abgeschrägt ausgeführt, wie beistehende Fig. 5 zeigt.

Fig. 5.



Anders gestaltet sich die Sache bei Locomotiven gemischten Systems, bei denen das Zahnrad mit den Laufrädern gekuppelt ist. Doch sind auch hier zwei Anordnungen auseinander zu halten, die eine speciell passend für die erste Ostermundiger-Maschine, die andere für diejenigen in Rüti und Wasseralfingen. Wie wir etwas später erfahren, bedingt es die Construction jener ersten Maschine, dass das Zahntriebrad sich in entgegengesetztem Sinne als die Triebräder dreht; an ein Einfahren in die Zahnstange ist daher nicht zu denken, sondern es muss die Maschine halten und auf dieser Stelle dann das Einfahrtsstück zum Eingriff mit dem Zahnrade gebracht werden. Ein Bild dieses Einfahrtstückes *A B* geben Fig. 7 und 8 auf Tafel LXV. Dasselbe ist durch zwei kräftige Hänglaschen mit dem nächsten Segmente verbunden und vertical verschiebbar. Das Heben und Senken geschieht durch den Hebel *H*, welcher mit der Zugstange *z* die beiden Excenter *E E* bewegt. Die ganze Anordnung ist so eingerichtet, dass, sofern das Einfahrtstück seine richtige, obere Lage einnimmt, auch im Stosse die genaue Theilung von 100^{mm} hergestellt ist. Kommt z. B. die Maschine von der Adhäsionsbahn her, so befindet sich die Einfahrt in der unteren Stellung, der Führer hält genau über derselben an, steuert um; und der Bahnwärter hebt unterdessen die Einfahrt in ihre obere Lage, was so zu sagen ohne Ausnahme möglich ist. Sollte es sich aber treffen, dass ein Zahn des Zahnrades unmittelbar auf einen solchen der Zahnstange trifft, so muss der Führer einige Decimeter vor- oder rückwärts fahren, bis der Eingriff erfolgt, und es kann alsdann die Weiterfahrt beginnen. Für die Ausfahrt ist es natürlich gleichgültig, ob das Einfahrtstück oben oder unten sei. Um aber zu jeder Zeit einfahren zu können, wird ihm nach jedem Zuge die untere Lage ertheilt.

Bedeutend einfacher ist die Handhabung bei den gemischten Maschinen neuerer Construction, wie sie die Bahnen Wasseralfingen und Rüti besitzen. Bei denselben erfolgt der Antrieb der Laufräder von der Zahnradachse aus, so dass sich beide in gleichem Sinne drehen. Es gewähren daher diese Maschinen ohne Weiteres den Vortheil, dass beim Uebergang von der Adhäsionsbahn auf die Zahnstange nicht umgesteuert werden muss. Um aber auch das Anhalten entbehrlich zu machen, wurde

die auf Tafel LXV, Fig. 9 bis 13 dargestellte Einfahrt construirt. Das Einfahrtsegment AB Fig. 9 ruht mit beiden Enden auf den Federn FF, Spiral- oder Blattfedern; ausserdem ist es mit dem folgenden Segmente durch 2 Laschen mn Fig. 9 und 13 verbunden, welche dasselbe in constanter Entfernung von der eigentlichen Zahnstange halten. Um der ganzen Einfahrt überhaupt eine solide Unterlage zu geben, wurde sie auf einem entsprechenden Roste von Eichenholz befestigt. Im Falle nun bei der Auffahrt ein Zahn des Rades auf einen solchen der Zahnstange stösst, wird sich das ganze Segment unter der Last der Locomotive senken. Damit aber das Rad dennoch sicher eingreife, ist die Theilung des Einfahrtstückes um 2 mm grösser, als diejenige des Rades. Sie beträgt somit bei Wasseralfingen z. B. 82 mm gegenüber 80 mm des Rades und der eigentlichen Zahnstange. Rollt sich das Rad ab, so wird bei jedem folgenden Zahn die Differenz zwischen Rad und Zahnstangenzahn geringer, bis schliesslich der Eingriff erfolgt. Der ungünstigste Fall wird der sein, wo die hintere Kante des Radzahnes gerade auf die vordere des Zahnstangenzahnes zu stehen kommt, dann müssen also die beiden ganzen Kopfbreiten, welche zusammen 45 mm betragen, durch die Differenz der Theilung ausgeglichen werden, sodass erst bei der 27ten Zahnlücke der Eingriff erfolgen wird. Aus diesem Grunde beträgt die Länge der Einfahrt 2480 mm. Hat das Rad einmal den richtigen Eingriff, so muss bei jedem kommenden Zahne der ganze Zug um 2 mm mehr nachgezogen werden, als das Zahnrad von sich aus bewirken würde, und zwar solange, bis die Zahnstange erreicht ist. Dasselbe gilt natürlich während der ganzen Einfahrt, wenn das Rad gleich beim ersten Zahn den richtigen Eingriff erhält. Es haben sich diese Einfahrten ganz zuverlässig und betriebssicher erwiesen; unter Beobachtung der einzigen Vorsicht, dass beim jemaligen Einfahren die Geschwindigkeit etwas reducirt wird. Die Federung der Einfahrt bewirkt, dass beim erstmaligen Eingriffe das Einfahrtstück gegen das Zahnrad geschleudert wird; um jeder Beschädigung vorzubeugen, sind am äusseren Ende zwei Fangarme, p und q, Fig. 11, angebracht, welche ein Steigen der Einfahrt über die normale Lage verhindern. Diese Wirkung wird am anderen Ende durch das Charnier hervorgebracht. Die zweite Locomotive in Ostermundigen besitzt dieselbe Construction, wie diejenige in Wasseralfingen. Damit nun die schon vorhandene Einfahrt auch für die zweite Maschine brauchbar gemacht werden konnte, wurde an die Stelle des alten Einfahrtsegmentes ein solches mit grösserer Theilung, nämlich von 102 mm gelegt und im Uebrigen die ganze Anordnung belassen. Nach dieser Abänderung erwies sich diese Einfahrt für beide Maschinen als ganz praktisch, doch bedingt natürlich die ältere derselben nach wie vor dieselbe oben angegebene Handhabung.

Schiebebühnen und Weichen. Der bedeutende Verkehr, dessen sich die ersten Zahnradbahnen gleich Anfangs zu erfreuen hatten, erforderte eine solche Zahl von Zügen, dass ein Kreuzen derselben unvermeidlich war. Da aber die Linien mit Ausnahme der Kahlenbergbahn aus finanziellen wie technischen Rücksichten unmöglich doppelspurig angelegt werden konnten, so wurden an geeigneten Stellen Ausweichgleise eingeschaltet, so z. B. das bereits erwähnte auf der Vitznau-Rigibahn zwischen Freibergen und Kaltbad. Um von dem einen Gleise auf das andere zu gelangen, wurden grosse Schiebebühnen construirt, wie sie auf Tafel LXVI die Fig. 1, 2 und 3 darstellen, welche im Stande sind, den ganzen Zug sammt Maschine aufzunehmen. Die Länge dieser Schiebebühne in Freibergen beträgt 13 m,5; die Grube hat eine Breite von 10 m,8. Mittelst Winde und zwei Zahnstangen ab und cd wird die Schiebebühne von einem Gleise zum anderen bewegt, welche jeweils mit Curven von 180 m ineinander übergehen. Die ganze Schiebebühne wird von

13 Achsen getragen, und da sie sich in einem Gefälle von 60°/₀₀ befindet, so trägt sie auf der tieferen Seite 3 Rollen, Fig. 3, welche sich bei der Verschiebung auf der unteren Umfassungsmauer der Grube abwickeln und dadurch den Widerstand vermindern. Mit geringen Abänderungen finden sich dieselben Schiebebühnen auf der Arther-, Schwabenberg- und theilweise Rorschach-Heiden-Bahn.

Während einerseits die Anlage einer solchen Schiebebühne hoch zu stehen kommt (im Ganzen gegen 12,000 Mark), ist andererseits auch die Handhabung eine beschwerliche und der Betrieb im Allgemeinen wenig eisenbahnmässig. Man war daher schnell auf eine Verbesserung bedacht und hat dieselbe in einer vollständigen Zahnstangenweiche gefunden, wie sie Fig. 4, Taf. LXVI darstellt. Ausser der gewöhnlichen Weiche mit Kreuzungsstück, welche jede Adhäsionsbahn besitzt, kommt neu hinzu die Weiche der Zahnstange, welche ebenfalls zwei Zungen AB und CD, für jedes Gleis eine besondere hat. Um beide Weichen zusammen bedienen zu können, ist durch entsprechende Anordnung des Hebelwerkes dafür gesorgt, dass gleichzeitig in v den gewöhnlichen und in w den Zahnstangenzungen die nöthige Bewegung ertheilt wird. Dabei drehen sich letztere um die resp. Punkte B und D in der Weise, dass zur Zeit eine Zunge die Lücke in der zugehörigen Zahnstange ausfüllt, während die andere sich so einstellt, dass die Laufräder ungehindert passiren können. Um die ganze Weichenanlage auf einen möglichst kleinen Platz zu beschränken, wurden an Stelle der gewöhnlichen Zahnstangensegmente Winkeleisen Fig. 5 und 6 angebracht, welche schmaler sind und dadurch ein bedeutendes Zusammenrücken der ganzen Anlage gestatten.*

Ein Projekt für eine Zahnradweiche gelangte schon 1874 von einem österreichischen Ingenieur Hajek an Riggenbach. Auch Maschinen-Inspector Klose hat eine Schiebebühne der Rorschach-Heidenbahn versuchsweise durch eine Zahnradweiche ersetzt, welche in ihrer Construction nur wenig von der oben beschriebenen abweicht und sich ganz gut bewährt.

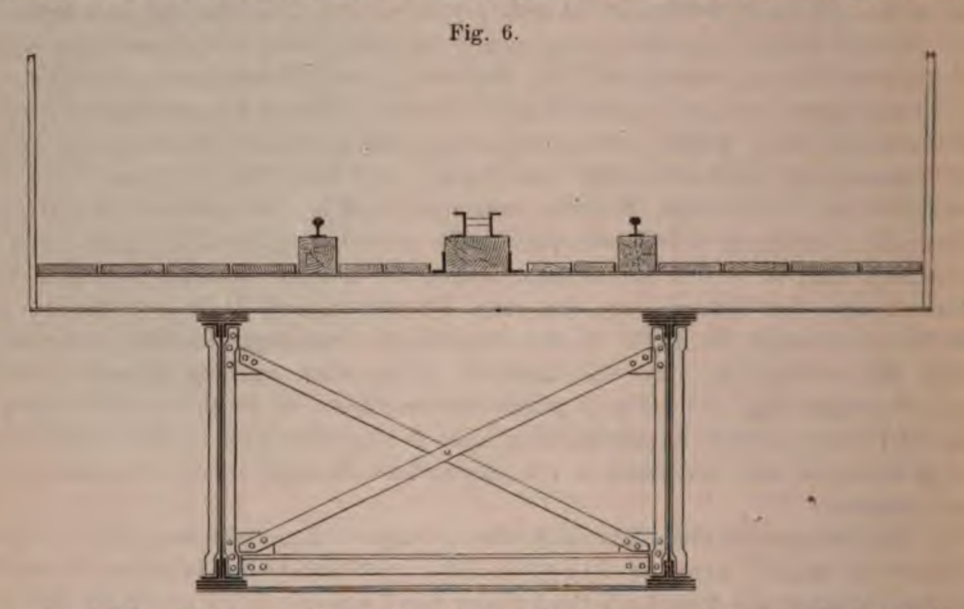
Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass solche Weichen sich sowohl für gewöhnliche als überhöhte Zahnstangen ausführen lassen. Der Unterschied liegt einzig in der Höhe der Segmente. Durch Fig. 5, Taf. LXVI z. B. wird der Schnitt durch die Zunge einer überhöhten, durch Fig. 6 der entsprechende Schnitt, für die gewöhnliche Zahnstange, wie sie am Rigi vorkommt, dargestellt. Die Kosten einer vollständigen Zahnstangenweiche betragen ungefähr 2000 Mark.

Brücken. Wenn auch deren Construction im Allgemeinen von derjenigen der gewöhnlichen Eisenbahnbrücken nicht abweicht, verleihen ihnen doch die speciellen Anordnungen, hinsichtlich Krümmung und Steigung ein ganz aussergewöhnliches Aussehen. Unter sämmtlichen Objecten aller Bahnen nimmt die schon citirte Schnurtobelbrücke mit 250°/₀₀ Steigung die erste Stelle ein. Sie besteht aus 3 Blechträgern von je 25^{m} Länge, die zusammen ein Polygon zu einem Bogen mit 180^{m} Radius bilden. Die Pfeiler dieser wie der übrigen Brücken sind durchweg aus Eisen hergestellt, die Widerlager meistens künstlich aus Stein aufgeführt. Von besonderem Interesse mag die Befestigung des Oberbaues sein. Nachstehende Fig. 6 giebt ein Bild davon, wie dieselbe auf der Schnurtobelbrücke und mit untergeordneten Abweichungen bei den übrigen ausgeführt ist. Die Querschwellen sind durch eiserne I Balken ersetzt, welche auf die Gurtungen genietet werden. Die Langschwellen sind unter die Schienen verlegt. Damit nun aber die Zahnstange wieder die richtige Höhe erhalte, ist auch sie auf eine Langschwelle gelagert, ähnlich wie wir es auf der Bahn in Ostermundigen gefunden haben. Diese mittlere Langschwelle ist durch zwei Winkel mit

den Querbalken verbunden, während die beiden übrigen einfach mit diesen verschraubt sind.

Wegübergänge. Eine Zahnradbahn kann natürlich ebensowenig wie eine Adhäsionsbahn die Uebergänge im Niveau vermeiden. Die dabei sich ergebenden Schwierigkeiten werden durch eine überhöhte Zahnstange noch vergrössert, können indessen überall praktisch überwunden werden. Im Allgemeinen sind sie für weniger besuchte

Fig. 6.



Wege in gleicher Weise angelegt, wie bei einer Normalbahn. Längs jeder Laufschiene führt zunächst eine Leitschiene, um dem Spurkranz stets eine offene Rinne zu erhalten. Der Raum zwischen einer solchen Leitschiene und dem nächsten ⊐Eisen der Zahnstange wird als gewöhnliche Strasse angelegt. An stark frequentirten Uebergängen findet sich die in beistehender Fig. 7 skizzirte Anordnung. Um den Lauf-

Fig. 7.



rädern freie Bahn zu erhalten, befinden sich zu jeder Seite der Schienen in entsprechender Entfernung ⊐Eisen. Die dadurch gebildete Rinne kann durch eine Diele *D* mit Charnier zugedeckt werden, desgleichen der Raum zwischen den beiden ⊐Eisen der Zahnstange, welch letzteres Dielenstück jedoch für den Durchgang eines Zuges ganz weggenommen werden muss. Der Raum zwischen der Zahnstange und jeder Leitschiene wird durch einen Bohlenbelag ausgefüllt. Ausserhalb des Gleises findet sich das gewöhnliche Strassenbett. Ausgeführt wurden solche Uebergänge bei der Bahn Rorschach-Heiden.

In der nachstehenden Tabelle finden sich die wesentlichsten Daten über den Oberbau der ausgeführten Zahnradbahnen zusammengestellt.

Tabelle A.

P. No.	Name der Bahn.	Länge in Kilometern.	Maximalsteigung ‰.	Mittlere Steigung ‰.	Minimalradius in Metern.	Eröffnung der Bahn.	Theilung der Zahnstange.	Gewicht pro laufenden Meter in Kilogr.					Lagerung der Zahnstange auf:	Bemerkungen.
								Zahnstange.	Befestigungsmittel.	Schienen.	Befestigungsmittel.	Total.		
1.	Ostermundigen	0,56	100	100	∞	1870	100	55	3,0	32	2,5	92,5	1 Langschwelle	Die ganze Bahn hat eine Länge von ca. 1,5 Kilom., wovon 1 Kilometer horizontal.
2.	Vitznau-Rigi .	7,00	250	188	180	1871	100	52,2	3,3	16,6	1,5	73,6	Querschwell.	Von den 7 Kilom. gehören 1,7 Kilometer der Arth-Rigibahn.
3.	Kahlenberg . .	5,20	100	56	180	1874	100	52,2	3,3	20	1,8	77,3	Querschwell.	Doppelspurig.
4.	Schwabenberg .	3,00	103	96	180	1874	100	52,2	3,3	20	1,8	77,3	Querschwell.	
5.	Arth-Rigi . ,	9,80	212	131	180	1875	100	52,2	3,3	20	1,8	77,3	Querschwell.	Hierzu gehört eine 1,4 Kilom. lange Adhäsionsbahn.
6.	Rorschach-Heiden	5,50	90	71	240	1875	100	46,7	3,3	20	1,8	71,8	Zwei Langschwellen	Benutzt auf 1 Kilm. Länge das Geleise der Vereinigt. Schweizerbahn.
7.	Wasseralfingen	0,83	78	78	400	1876	80	45,5	1,5	32	2,5	81,5	Gussätteln	Die ganze Länge der Bahn beträgt ca. 3 Kilom., wovon die Adhäsionsbahn bis $25^0/_{00}$ Steigung besitzt.
8.	Rüti	0,13	100	100	105	1877	80	45,5	1,5	20	1,8	68,8	Gussätteln	Dazu gehört eine 1 Kilom. lange Adhäsionsbahn.

§ 5. Hochbau. — Die beim Eisenbahnbau nothwendigen Hochbauten werden weniger durch das System als durch den Verkehr bedingt und sind aus diesem Grunde bei Zahnradbahnen die nämlichen wie auf den gewöhnlichen Thalbahnen. Eine theilweise Ausnahme hiervon bilden die Wasserstationen, welche,Dank den Terrainverhältnissen einer Bergbahn, meistens ganz primitiv angelegt werden können. So wurde in den meisten Fällen eine der Quellen in der Nähe der Bahnlinie gefasst und das Wasser zu dem Gleise geleitet, wo es mittelst beweglicher Ansatzrohre in die Reservoirs der Locomotiven geführt wird oder unbenutzt weiter fliesst.

Ebensowenig zeigen Reparaturwerkstätten und Remisen Abweichungen gegenüber dem allgemein Bekannten. Da bei den meisten grössern Zahnradbahnen sich der Betrieb auf bloss 5 bis 6 Monate beschränkt, so finden in der übrigen Zeit die Angestellten, als Führer und Heizer, Gelegenheit genug, die kleinern Reparaturen an Locomotiven und Wagen selbst vorzunehmen. Es sind daher die Maschinenhäuser in Vitznau, Arth, Budapest (Schwabenberg) und Nussdorf (Kahlenberg) durch Ausstattung mit den nöthigsten Werkzeugen und Bearbeitungsmaschinen hierzu entsprechend eingerichtet. Einzig die Bahn von Rorschach-Heiden entbehrt einer Werkstätte. Da dieselbe nämlich unmittelbar in der Nähe der Werkstätten der »Vereinigten Schweizerbahnen« mündet, so hat die Bergbahngesellschaft die günstige Gelegenheit benutzt, das Maschinenwesen, wie auch die Reparaturen, dem Maschineninspector jener Bahnen, Hrn. Klose, zu übertragen. Grössere Reparaturen, die Kessel oder namentlich das Getriebe betreffend, werden dagegen für sämmtliche Zahnradbahnen von der Maschinenfabrik Aarau besorgt.

§ 6. Betriebsmaterial. Locomotiven. Das Riggenbach'sche Locomotivsystem ist zur Ueberwindung sehr grosser Steigungen bestimmt. Um trotzdem einen Zug von ansehnlichem Gewichte befördern zu können, ist nöthig:

grosse Kraftäusserung der Maschine, mässige Geschwindigkeit des Zuges, vor allem aber geringes Locomotivgewicht.

Diesen Forderungen ist gleichzeitig dadurch entsprochen, dass die Kraft von den Cylindern nicht direct, sondern durch eine mehrfache Räderübersetzung auf ein Zahntriebrad übertragen wird, das sich in einer sorgfältig befestigten Zahnstange abwickelt. Durch diese Anordnung ist die Leistung einer Zahnradlocomotive eine durchaus zuverlässige und constante, weder durch das Eigengewicht noch durch die Witterung beeinflusste. Gerade diese Räderübersetzung gestattet die Verwendung einer schwächern Dampfmaschine und in Folge dessen einer leichtern Locomotive; sie bedingt aber auch zugleich eine geringe Zugsgeschwindigkeit.

Der Anforderung einer Bahn mit Steilrampen, entsprechender Vermehrung der Sicherheitsvorrichtungen, kommt das Zahnradsystem durch eine Reihe vorzüglicher Bremsapparate nach. Beim Vorhandensein einer Zahnstange sind dieselben unter allen Verhältnissen mit Erfolg praktisch anwendbar, wofür 32 ausgeführte Maschinen, worunter solche mit 7jähriger Dienstzeit, Zeugniss ablegen. Auf den Touristenbahnen sind zur Erhöhung dieser Sicherheit die Locomotiven nicht nur stets hinter dem Zuge, sondern auch ohne jede Kupplung mit den Wagen, so dass, wenn wider alle Voraussicht eine Maschine sich auf einer Steilrampe nicht mehr halten könnte, der Zug, welcher seinerseits ebenfalls mit ausreichenden Sicherheitsapparaten ausgerüstet ist, nicht mit ins Verderben gezogen würde.

Tafel LXVII, Fig. 1 giebt uns die Seitenansicht der Zahnradlocomotive von Vitznau-Rigi. Seit Stephenson sind vielleicht für keine Maschine so viele Projecte gemacht worden, wie für diese. Die meisten derselben besitzen einen verticalen Kessel,

und die späteren befassen sich einzig mit der Lagerung desselben, wobei die Construction mit zwei horizontalen Drehzapfen, ähnlich wie bei Schiffscylindern, lange mit der wirklich ausgeführten, welche einen festen Kessel enthält, um den Vorrang gekämpft zu haben scheint. So sehr diese Maschine in ihrem Aeussern von einer gewöhnlichen abweicht, so natürlich und passend erscheint sie auf der bedeutenden Steigung. Ein aufrechter Kessel bietet hinsichtlich des sehr veränderlichen Wasserstandes, welcher durch die starken Gefällswechsel bedingt wird, nicht zu verkennende Vortheile, doch ist damit eine nur unvollkommene Ausnutzung des Brennmaterials verbunden. Einmal ist eine verhältnissmässig nur kleine Feuerbüchse anzubringen, somit die direkte Heizfläche eine geringe; dann können die Feuergase ohne jedes Hinderniss in die Siederohre und zum Kamin gelangen, geben daher in dieser kurzen Zeit die Wärme nur unvollständig ab. In Folge des intensiven und raschen Schlages des Blasrohres werden schliesslich vorzugsweise nur die unmittelbar unter dem Kamin gelegenen Sicderöhren von dem Feuer benutzt, während die weiter abliegenden nur wenig erwärmt werden und sich rasch mit Russ füllen. Dies war auch die Veranlassung, dass für alle späteren Bahnen ausschliesslich Locomotiven mit liegendem Kessel gebaut wurden.

Die vorliegende Maschine ist zweiachsig, die 4 Laufräder $a\,a$ und $b\,b$ sitzen lose auf den Schenkeln und werden durch eine Scheibe am Ablaufen verhindert. Die hintere Achse $a\,a$ trägt in der Mitte zwischen beiden Laufrädern das Zahntriebrad Z und, zu beiden Seiten desselben, die Transmissionsräder $T\,T$, mit je 43 Zähnen, welche von zwei entsprechenden Rädern $t\,t$, mit 14 Zähnen, die auf der Kurbelwelle $c\,c$ sitzen, getrieben werden. Letztere Achse trägt ausserdem ein Bremsrad B_1, dessen Umfang zur besseren Ausnutzung des Druckes mit Keilnuthen versehen ist, welche Construction sich gegenüber glatten Rollen, wie sie anfänglich verwendet wurden, vortheilhaft bewährt hat. Die beiden Kurbeln $c\,c$ werden durch die Schubstangen $c\,g$ von den 2 Cylindern $C\,C$ in Bewegung gesetzt. Die Dampfvertheilung geschieht durch eine Allansteuerung, die Steuerschraube steht vertical. Die Transmissionsräder sammt Achsen bestehen aus bestem Tiegelgussstahl; das Zahntriebrad, aus demselben Material, wird sorgfältig ausgehämmert; die Zähne aller Räder werden aus dem vollen Kranze durch eine speciell hierfür construirte Maschine heraus gefraist.

Die erste Sicherheitsvorrichtung bildet nun die, durch Fig. 3 dargestellte, Schraubenbremse S_1, welche auf die Kurbelwelle $c\,c$ wirkt und im gewöhnlichen Dienste, wie zum Anhalten auf Stationen, Schiebebühnen etc. verwendet wird.

Eine zweite Schraubenbremse S_2, durch Fig. 1, 2 u. 3 wiedergegeben, wirkt auf die vordere Laufachse $b\,b$, welche ein festes Zahnrad z, das für gewöhnlich in der Zahnstange leer läuft, und zwei Bremsrollen B_2 trägt. Diese Bremse kann ebenfalls vom Heizerstande aus gehandhabt werden, soll jedoch nur in Nothfällen, z. B. beim Bruche einer Achse, zu Hülfe genommen werden.

Der dritte, zugleich bei der Thalfahrt stetig functionirende Hemmapparat, ist die von Riggenbach construirte Luftbremse, wie sie, mit seiner Einwilligung, seither auch bei den Locomotiven der Uetliberg- und Semmering-Bahn eingeführt wurde. Um uns deren Wirksamkeit vergegenwärtigen zu können, ist es nöthig, den Weg des erzeugten Dampfes näher ins Auge zu fassen. Die Dampfabnahme erfolgt bei D (Fig. 1, Taf. LXVII) direkt aus dem Kessel; bei R befindet sich der Regulator, aus einem gewöhnlichen Tellerventil bestehend, welches mittelst Handrädchen und Schraube bewegt wird. Von hier theilt sich die Dampfleitung nach den beiden Schieberkasten. Von den Cylindern führen zwei Rohre den gebrauchten Dampf zu dem Apparate S, dem Luftschieber, welcher

in Fig. 4 und 5 noch speciell herausgezeichnet ist. Es besteht derselbe aus einem conischen Gehäuse mit 4 rechteckigen Ausschnitten, und ist von einer Hülse mit ähnlichen, etwas kleineren Ausschnitten umgeben, die sich durch ein bei x angebrachtes Hebelwerk in der Weise drehen lässt, dass sich die Oeffnungen des inneren und äusseren Theils decken, somit der Luftschieber offen steht, oder dass die Oeffnungen der Hülse sich über den Wandungen des Gehäuses befinden und somit das Ganze einen geschlossenen Conus bildet.

Auf der Bergfahrt ist der Luftschieber stets geschlossen, so dass der Abdampf wie bei einer gewöhnlichen Locomotive seinen Weg zum Kamine nimmt. Auf der Thalfahrt dagegen, wo der Apparat als Luftbremse wirken soll, muss der Luftschieber offen stehen. Zum richtigen Verständniss folgen wir den Bewegungen des Führers bei der Thalfahrt. Die Bremse S_1 (Fig. 1, Taf. LXVII) ist sorgfältig gelöst worden, der Zug bewegt sich abwärts. Der Luftschieber wird geöffnet, die Steuerung nach aufwärts (für die Bergfahrt) gelegt. Da nun der Regulator geschlossen ist, somit kein Dampf in die Cylinder gelangen kann, so saugen die Kolben mit jedem Hube durch den offen stehenden Luftschieber frische Luft ein. Diese gelangt von den Cylindern in die Schieberkasten und in die Dampfeinströmungsrohre bis zum Regulatorkasten R, in welchen Räumen sie comprimirt wird. Schieberkasten, Dampfeinströmungsrohr und Regulatorgehäuse bilden zusammen einen eigentlichen Windkessel. Wird der Luft kein Ausweg gestattet, so steigert sich darin der Druck in kurzer Zeit dermaassen, dass in Folge dessen der ganze Zug anhält. Es findet sich deshalb am Regulatorgehäuse ein Lufthahn, durch dessen Oeffnen die Luft entweichen kann. Was der Regulator für die Bergfahrt, das ist der Lufthahn für die Thalfahrt. Je nachdem der Lufthahn mehr oder weniger geöffnet wird, erhält der Zug eine entsprechende grössere oder kleinere Geschwindigkeit; wird er gänzlich geschlossen, so steht der Zug fast plötzlich still.

Es ist leicht erklärlich, dass die durch Compression der Luft verrichtete Arbeit bedeutende Wärme erzeugt; um aber Cylinder und Schieber vor schädlicher Erhitzung zu bewahren, wird ein Wasserstrahl direct unter die Schieber geleitet, der nur als Dampf wieder zum Vorschein kommt. Damit das nöthige Wasser hierzu niemals fehle, ist ein specielles Kühlwasserreservoir hinter dem Führerstande angelegt, dessen Ueberlauf erst die Speisewasserreservoirs füllt. Zahlreiche Beobachtungen haben ergeben, dass pro Tonnenkilometer Zugwiderstand ungefähr 4 Liter Kühlwasser erforderlich sind.

Das Kohlenreservoir befindet sich auf der Heizerseite neben dem Kessel. Der vordere Theil der Maschine bildet einen mit leichtem Gitterwerk eingefassten Raum G zur Aufnahme des Gepäckes.

Fig. 6 stellt ebenfalls eine Sicherheitsvorrichtung dar, der wir bei Erklärung der Zahnstange bereits Erwähnung thaten. Es besteht dieselbe aus zwei verstellbaren Armen vv, welche an einer vorderen und hinteren Querverspannung der Locomotivrahmen angebracht sind und mit Daumen unter die Rippen der ⊐Eisen greifen.

Fig. 7 auf derselben Tafel LXVII zeigt die Ansicht der Locomotiven von Rorschach-Heiden. Durch die Verwendung eines liegenden Kessels nähert sich das ganze Aussehen wieder mehr demjenigen einer gewöhnlichen Maschine. Die Construction ist principiell dieselbe wie soeben von den Vitznau-Rigi-Locomotiven mitgetheilt worden, jedoch mit einigen wesentlichen Vervollkommnungen, und durch die horizontale Lage des Kessels bedingten Abänderungen. Vor allem sitzt das Zahntriebrad Z auf einer eigenen Achse, in Folge dessen es Stössen und Erschütterungen weniger

ausgesetzt ist. Die Laufräder können deshalb wieder mit Federn versehen werden, welche nicht nur den ganzen Bau der Locomotive schonen, sondern auch dazu benutzt werden können, den Eingriff des Zahntriebrades zu reguliren, was der Abnutzung der Bandagen wegen von Zeit zu Zeit geschehen muss. Diese Verbesserung bedingt aber auch eine Vermehrung des todten Gewichtes, und man war daher bestrebt, anderwärts dafür Reductionen vorzunehmen. Zu diesem Behufe wurden die beiden Bremsräder $B_1 B_1$ auf die Enden der Kurbelwelle gekeilt und gleichzeitig mit einer entsprechenden Kurbelwarze versehen. Dadurch fielen die beiden Kurbeln als überflüssig weg. Ferner wurden die beiden Transmissionsräder TT durch blosse Radkränze ersetzt, welche zu beiden Seiten an das Zahntriebrad angeschraubt werden, und dadurch 2 Radnaben und Scheiben erspart.

Um dem gebrauchten Dampfe seinen natürlichen Lauf zu lassen, musste der Luftschieber S unter die Rauchkammer verlegt und das Blasrohr auf die übliche Weise angebracht werden. Die Folge davon war, dass bei der Thätigkeit der Luftbremse nicht nur Luft von aussen, sondern auch Russ und allerlei Schmutz aus der Rauchkammer angesogen wurde. Dem Uebelstande, dass hierdurch einen Theils die verschiedenen Kanäle verstopft, anderen Theils die gleitenden Theile, wie Schieber und Hähne, in kurzer Zeit beschädigt werden könnten, wurde durch Anbringung einer Klappe vorgebeugt, welche im nämlichen Momente die Blasrohrmündung abschliesst, in welchem der Luftschieber geöffnet wird.

Das Regulatorgehäuse, welches naturgemäss vorn auf dem Kessel, beim Dampfdom angebracht werden musste, steht mit dem Lufthahn, welcher dem Führer stets zur Hand sein soll, durch ein Kupferrohr in Verbindung; von diesem Hahn wird die Luft unter den Führerstand geleitet und dort durch eine trompetenartige Erweiterung entlassen.

Ein zwischen Dampfdom und Ventilsitz angebrachtes weiteres Rohr, in welchem sich auch die Regulatorstange befindet, gestattet dem Dampf beständige Circulation und ermöglicht die Ansammlung möglichst trockenen Dampfes in diesen Räumen.

Eine specielle Zahnradbremse, ausser der soeben erwähnten, welche auf das Zahntriebrad wirkt, besitzen diese Maschinen nicht; es sind dafür die Laufräder auf den Achsen festgekeilt, und eine Schraubenbremse S_2 angebracht, mittelst welcher 4 Bremsklötze auf die hinteren Räder gepresst werden können. Nach beinahe gleichen Plänen wie für die Locomotive von Rorschach-Heiden wurden auch die 5 Zahnradmaschinen für Arth-Rigi und eine für die Schwabenbergbahn ausgeführt. Doch besitzen die letzteren auf der vorderen Laufachse, gleich den Vitznau-Rigi-Locomotiven, eine eigene Zahnradbremse, sowie entsprechender Weise auch lose laufende Räder. Der Kessel der Arth-Rigi-Locomotiven ist der hohen Steigung der Bahn wegen nach vorn geneigt, sodass erst auf einer Steigung von 10% die Kesselachse horizontal liegt. Auch die 6 Locomotiven der Kahlenbergbahn, wie die drei ersten vom Schwabenberg, dargestellt auf Taf. LXIX, zeigen nur äusserlich einige Abänderungen gegenüber den näher beschriebenen von Rorschach-Heiden, was daher kommt, dass sie nicht in der Maschinenfabrik Aarau gebaut wurden. Zur Zeit der Gründung der internationalen Bergbahngesellschaft in Aarau wurde nämlich die neu entstandene Locomotivfabrik in Winterthur für die Erstellung des Betriebsmaterials, namentlich der Maschinen, in Aussicht genommen und fast gleichzeitig mit der Nachlieferung der letzten 4 Locomotiven für die Vitznauerbahn und der 9 soeben erwähnten für die 2 österreichischen Bahnen betraut. Gerade der Umstand aber, dass jede Zahnradbahn eine ganz specielle Construction ihrer Maschinen verlangt, machte eigene Werkstätten zum unausweichlichen Bedürfniss, und es wurde deshalb 1874 die Maschinenfabrik Aarau gebaut.

Wir wissen aus früheren Mittheilungen, dass die Bahn Rorschach-Heiden auf 1 Kilom. Länge das Gleis der Vereinigten Schweizerbahnen benutzt, da jedoch die Zahnradmaschinen sich bloss auf der Zahnstange bewegen können, besorgen die Locomotiven jener Bahn den Transport der Bergbahnzüge auf der Adhäsionsstrecke. Dieses ist nicht nur mit erheblichen Unkosten, sondern auch mit häufigem Halten der Züge am Fusse des Berges verbunden. Diese Uebelstände führten auf den Gedanken, die Maschinen so einzurichten, dass sie auch mit Hülfe der natürlichen Adhäsion die immerhin leichten Züge auf der nur wenig ansteigenden Bahn zwischen der Zahnstange und dem Bahnhofe zu ziehen im Stande sind. Da das Zahntriebrad einen bedeutend grösseren Durchmesser als die Laufräder besitzt, musste die Einrichtung vor Allem so getroffen werden, dass auf der Zahnstange die Laufräder ihrer Eigenschaft als Triebräder ganz enthoben werden können. Die Ausführung besitzt die in Fig. 9 auf Tafel LXVII dargestellte Anordnung. In den Federstützen der vorderen Achse ist eine Welle $g\,g$ gelagert, die durch einen Hebel $g\,h$ und mittelst Schraube S_3 vom Führerstande aus gedreht werden kann. Zwei weitere Hebel $g\,i$ wirken durch Vermittlung der Stützen $i\,k$ auf eine Achse $k\,k$, welche zwischen den Rahmen gelagert ist und sich auf- und abwärts bewegen kann. Auf dieser Welle sind ein Zahnrad z_1 und zwei Transmissionsräder $f\,f$ befestigt, welch' letztere beide mit zwei entsprechenden Rädern $F\,F$ auf der Laufachse $b\,b$ zum Eingriff gebracht werden können.

Dadurch, dass die Achse $k\,k$ gesenkt und gehoben wird, ist es möglich, die Räderpaare $F\,f$ je nach Bedürfniss in oder ausser Eingriff zu bringen und damit die vorderen Räder $b\,b$ bald als Trieb-, bald als blosse Laufräder wirken zu lassen. Damit diese Räder ohne weiteres ineinander greifen, sind die Zähne zugespitzt, und damit der Eingriff stets der richtige sei, mit seitwärts stehenden Scheiben versehen.

Die schwersten Züge, welche zur Beförderung gelangen, bestehen aus

40 Tonnen Wagen- und
16 - Locomotivgewicht,

zusammen aus 56 Tonnen, welche auf der im Maximum 10‰ betragenden Steigung und bei 15 Kilomet. Geschwindigkeit einen Zugwiderstand von abgerundet

1000 Kilogr.

verursachen, was zur Ueberwindung eine nur unbedeutende Inanspruchnahme der betreffenden Theile erfordert und wozu die vordere mit 8 Tonnen belastete Achse unter allen Verhältnissen genügende Adhäsion abgeben wird.

Dadurch, dass die Welle $g\,g$ in den Federstützen selbst gelagert ist, wird die schädliche Wirkung vorkommender Schläge auf die Laufachse und von dort auf die Getriebe bedeutend gemildert oder ganz aufgehoben.

Diese Abänderung, welche erst kurze Zeit im Betriebe steht, hat sich ganz gut bewährt.

Damit wäre der Uebergang zu den Zahnradlocomotiven gemischten Systems gemacht, und wir fahren mit der Erklärung fort, die Beschreibung der ersten Locomotive, welche gerade nach diesem Systeme gebaut wurde, an dieser Stelle einschiebend. Es ist dies die Maschine für die Bahn in Ostermundigen, deren Zeichnungen auf Taf. LXVIII Fig. 1—5 enthalten sind. Von den Cylindern aus wird die Kurbelwelle $c\,c$ getrieben. Diese trägt 2 kleine Transmissionsräder $t\,t$ und zwei Bremsrollen $B_1\,B_1$. Die Räder $t\,t$ greifen in zwei grössere $T\,T$, welche zusammen mit dem Zahntriebrade Z auf einer eigenen Achse sitzen. In soweit gleicht der Mechanismus vollkommen dem vorhin beschriebenen. Nun führen aber von den

Kurbeln $c\ c$ aus zwei weitere Schubstangen $c\ a$ nach der hinteren Achse $a\ a$. Es existirt also eine feste Verbindung zwischen dieser und der Kurbelachse $c\ c$, resp. den Kolben. Die Triebräder sitzen aber nicht direct auf der Achse $a\ a$, sondern auf einer hohlen, sie umhüllenden Achse, wie aus Fig. 3 ersichtlich ist. Um die Adhäsion dieser beiden Räder nutzbar zu machen, muss eine Kuppelung zwischen beiden Achsen hergestellt werden, was auf jeder Seite durch, in Fig. 4 dargestellte, Muffen erreicht wird, die sich auf der massiven Achse hin und her schieben lassen. Diese Muffen tragen zu beiden Seiten Klauen, wovon die äusseren, in die Kurbeln eingreifenden, soweit verlängert sind, dass sie nie ganz ausgerückt werden können, während die inneren, je nach ihrer Stellung, in die hohle Achse eingreifen und diese daher sammt den Rädern mittreiben, oder dann davon abstehen, in welchem Falle die Achse $a\ a$ wieder als gewöhnliche Laufachse auftritt. Damit das Ein- und Ausrücken der linken und rechten Muffe stets gleichzeitig geschehe, dreht eine vom Heizerstande aus zu handhabende aufrechte Welle mittelst conischen Getriebes eine querliegende Achse, welche an ihren Enden entgegengesetzt steigende Gewinde trägt. Die darüber laufenden Muttern (s. Fig. 2) $v\ v$ stehen mit zweiarmigen Hebeln $v\ w\ x$ in Verbindung, welch' letztere sich um w drehen können und bei ihrer Bewegung die Muffen in x mitnehmen.

Da das Einrücken der Kuppelung nur auf der Thalfahrt zu geschehen hat, bei der ohnehin der Regulator geschlossen ist, so wird hierzu ein Anhalten der Locomotive nicht nöthig. Sobald das Zahnrad die Zahnstange verlässt und der Zug noch vermöge der ihm innewohnenden lebendigen Kraft sich vorwärts bewegt, dreht der Heizer die betreffende Kurbel, die Hebel $v\ w\ x$ pressen die Muffen gegen die hohle Achse, und im nächsten Augenblicke fallen die Klauen unter leichtem Schlage ein.

Das Ausrücken geschieht stets auf der Zahnstangen-Einfahrt selbst, nachdem die Maschine angehalten und das Zahntriebrad den richtigen Eingriff erhalten hat.

Eine Luftbremse, wie die übrigen Locomotiven, besitzt die Ostermundiger Locomotive noch nicht, sondern der Führer bedient sich des Gegendampfes als Bremsmittel auf der Thalfahrt.

Es ist namentlich das unvermeidliche Anhalten der Züge, bei der Einfahrt in die Zahnstange, welches der allgemeinen Anwendbarkeit dieser Construction hauptsächlich für den grösseren Verkehr entgegensteht. Bei den später gebauten Locomotiven gemischten Systems, für dieselbe Bahn, wie für diejenigen in Wasseralfingen und Rüti, hat deshalb Riggenbach auf die lösbare Kuppelung zwischen Adhäsions- und Zahntriebrad verzichtet und zwischen der Zahnradachse und derjenigen der Adhäsionsräder eine feste Verbindung mittelst Schubstangen angenommen. Diese Anordnung erfordert, dass sämmtliche Räder denselben Durchmesser besitzen, somit auch denselben Weg zurücklegen, da sonst auf der Zahnstange bedeutender Widerstand und deshalb auch rasche Abnutzung der reibenden Flächen entstehen würde.

An der Locomotive für Wasseralfingen, dargestellt auf Taf. LXVIII durch die Fig. 6—8, wollen wir diese neue Construction näher betrachten. Von jedem Cylinder überträgt eine Schubstange die Kraft auf die Kurbelzapfen c, welche in den, auf den Enden der Kurbelachse aufgekeilten, Bremsscheiben befestigt sind. Letztere sind nicht wie diejenigen der früheren Maschinen aus Gussstahl, sondern aus Schmiedeisen hergestellt und tragen angeschweisste Gegengewichte. In der Mitte der Achse $c\ c$ sitzt ein Transmissionsrad, welches direkt in das Zahntriebrad Z eingreift. Damit wurde der Mechanismus bedeutend vereinfacht, das todte Gewicht und demzufolge auch die Herstellungskosten der Maschine vermindert, indem durch diese Construction ein klei-

neres und die zwei grösseren Transmissionsräder ganz wegfallen. Man mag sich heute vielleicht darüber wundern, dass **Riggenbach** nicht gleich Anfangs auf diese Idee, welche doch die nächstliegende, verfallen ist, allein die Bedenken gegen den directen Eingriff zweier so schnell gehender Räder mit 100^{mm} Theilung waren zu gross und zu begründet, als dass es rathsam gewesen wäre, den Erfolg des ganzen Systems dem Gelingen dieser Einzelheit anheimzustellen. Zur Zeit der Construction der Wasseralfinger Locomotive waren nun nicht nur vorzügliche Maschinen zur Herstellung der Räder angeschafft, sondern es trat der weitere Umstand hinzu, dass die Leistung der Maschine eine viel geringere, nämlich nur die Hälfte der früheren, zu sein brauchte. Dieses gestattete dann die feinere Theilung auf 80^{mm} und zudem die Anwendung eines geringeren Uebersetzungsverhältnisses, sodass das Transmissionsrad ausserdem noch einen grösseren Durchmesser erhielt als die früheren. Aus diesen Gründen wurde der Versuch mit directem Eingriff gewagt, und die Resultate haben alle Erwartungen übertroffen. Proben, welche seither mit Rädern von 100^{mm} Theilung vorgenommen wurden, sind nicht minder günstig ausgefallen, so dass die Anordnung, wie sie die Wasseralfinger Maschine besitzt, auch für diese Theilung Anwendung finden darf.

Die Zahntriebradachse *dd* trägt zwei Kurbeln, welche die Bewegung mit Hülfe zweier Kuppelstangen auf die Achsen *aa* und *bb* überpflanzen. Dadurch arbeiten Zahnrad und Adhäsionsräder gemeinschaftlich, und es müssen deshalb ihre Durchmesser dieselben sein, sonst würden auf der Zahnstange ungleiche Wege zurückgelegt werden, was wiederum durch die vorhandenen Kuppelstangen vereitelt wird, sodass ein grosser Theil der erzeugten Arbeit zur Ueberwindung von Widerständen an der Locomotive selbst verloren ginge. Wenn aber auch anfänglich das Zahnrad denselben Durchmesser im Theilkreise besitzt wie die Adhäsionsräder an der Lauffläche, so wird in Folge der Abnutzung der Bandagen, doch bald eine Ungleichheit eintreten, weil der Durchmesser des Zahnrades constant bleibt. Da immerhin diese Differenz keine zu grosse werden darf, beträgt der Durchmesser der Adhäsionsräder im neuen Zustande 6^{mm} mehr als derjenige des Zahnrades, nämlich 770 gegen 764^{mm}. Es werden deshalb die neuen Triebräder bestrebt sein, bei jeder Umdrehung 18^{mm} Weg mehr zurückzulegen, als das Zahnrad. Mit der Abnutzung der Bandagen nimmt diese Ungleichheit stetig ab, bis schliesslich alle Durchmesser gleich sind, von welchem Momente an dieselbe wieder zunimmt, bis endlich die alten Bandagen durch neue ersetzt werden.

Diese von den beiden Rädern zurückgelegten ungleichen Wege könnten unter Umständen ganz schlimme Folgen haben, wie es sich bei der seiner Zeit probirten Locomotive nach dem Wetli'schen System in Wädensweil herausgestellt hat. Sobald nämlich die natürliche Adhäsion der Locomotive genügt, den Zug fortzuschaffen, so werden sich die Adhäsionsräder ganz regelrecht abwickeln und dadurch die Maschine in jeder Zeiteinheit etwas mehr vorwärts schieben als das Zahnrad bedingt, ja es würden sehr bald die Zähne des Rades statt der vorderen Flanken der Zahnstangenzähne die hinteren berühren, dort nicht nur grosse Reibung erzeugen, sondern aufsteigen, welche Erscheinung bei den berührten Proben mit Wetli'schen Maschinen wiederholt beobachtet wurde. Beim Zahnradsystem sind die Verhältnisse nun eben andere, und deshalb ist diese Gefahr der Entgleisung auch nicht vorhanden. Vermöge der geringen Theilung nämlich 80 oder 100^{mm} ist in erster Linie der Einfluss der Differenz in den Raddiametern verschwindend klein; es wird deshalb jeder folgende Zahn seinen richtigen Eingriff finden und durch die Abwicklung wieder für die richtige Stellung des nachfolgenden sorgen, ferner — und das ist die Hauptsache — be-

sitzen die Zahnradlocomotiven ein ausserordentlich geringes Gewicht und arbeiten trotzdem auf sehr grossen Steigungen, sodass die natürliche Adhäsion bei weitem nicht ausreicht, auf der Zahnstangenstrecke den Zug fortzuschaffen, weshalb das Zahnrad sofort und unbedingt seine Herrschaft antritt, sich streng richtig abwickelt und dabei die Adhäsionsräder in ihrer natürlichen Umdrehung hemmt oder nachschleppt, je nachdem deren Diameter grösser oder kleiner ist, als derjenige des Zahnrades. Theoretisch möchte es scheinen, als ob dadurch der Nutzeffekt solcher Maschinen bedeutend herabgemindert würde, doch ist dem nicht so. Das Adhäsionsgewicht der vorliegenden Locomotive beträgt im dienstfähigen Zustande 11 Tonnen, somit ist bei der Annahme eines Adhäsionscoefficienten von $1/6$ $\left(\frac{10}{65}\right)$ die Tangentialkraft

$$\frac{11000}{6} = 1830 \text{ Kilogr.}$$

Bei jeder Umdrehung der Räder wird daher eine mechanische Arbeit von

$$D\pi \times 1830 = 0.770 \times 3.14 \times 1830$$
$$= 4424.6 \text{ Meterkilogrammen}$$

verrichtet. Auf jenen 18^{mm} aber, auf welchen die Adhäsionsräder gehemmt werden müssen, wird eine mechanische Arbeit von

$$0.018 \times 1830 = 32.9 \text{ Meterkilogr.}$$

verwendet, geht also für Nutzleistung verloren. Diese 32.9 Meterkilogr. bilden aber nur 7.4‰ der Gesammtarbeit, und da zudem dieser Fehler bis auf Null herabsinkt, in Wirklichkeit nur

3.7‰.

Doch auch dieser Fehler verschwindet eigentlich gegenüber den gewöhnlichen Locomotiven, bei welchen bekanntlich die Raddurchmesser zu Folge ungleicher Abnutzung Differenzen bis zu 6 und 7^{mm} aufweisen, sodass in der Praxis, was übrigens eine längst bekannte Thatsache ist, sämmtliche Maschinen mit dem oben speciell für Zahnradlocomotiven berechneten Arbeitsverlust behaftet sind.

Aus Fig. 7 ist die schon früher angedeutete Stellung des Luftschiebers *S* ersichtlich. Das Speisewasser *W* befindet sich unter dem Führerstande zwischen den Rahmen, das Kühlwasser *w* vor demselben zur rechten Seite, die Kohlen zur linken Seite des Kessels. Die Spurweite beträgt 1 Meter. Die gleichen Pläne liegen der Locomotive für Rüti zu Grunde, dagegen besitzt sie nur e i n e Triebachse und normale Spurweite.

Auch die im Jahre 1876 gebaute zweite Maschine nach Ostermundigen wurde nach dieser Construction ausgeführt, jedoch die ältere Uebersetzung mit Zuhülfenahme von 4 Transmissionsrädern angenommen, um für beide Maschinen die nämlichen Reservestücke verwenden zu können.

Nachdem wir die ausgeführten Zahnradlocomotiven der Reihe nach kennen gelernt, sei es uns gestattet, noch einen kurzen Rückblick auf das gesammte Zahnradsystem zu werfen und dabei hauptsächlich die Vortheile wie Nachtheile der einzelnen Gattungen hervorzuheben und neben einander zu stellen.

Die Zahnradlocomotiven finden sich gegenwärtig in drei Formen im Betriebe:

1) als r e i n e Zahnradlocomotiven, nämlich bei den Vitznau- und Arth-Rigibergbahnen, sowie bei der Kahlenberg- und Schwabenberg-Bahn. Diese Maschinen können sich ausschliesslich nur auf der Zahnstange bewegen und eignen sich deshalb für Lokalbahnen oder als Hülfsmaschinen; andererseits aber stellen sich dieselben

hinsichtlich Kohlenconsum sehr günstig, da sich das todte Gewicht eben bloss nach der Beanspruchung der einzelnen Theile zu richten hat und in Folge dessen bedeutend geringer ausfällt, als bei Adhäsionsmaschinen;

2) als gemischte Zahnradlocomotiven, d. h. als solche, welche sich nebst einem entsprechenden Zuge nicht bloss auf der Zahnstange, sondern auch vermöge ihrer Adhäsion auf den Laufschienen fortzubewegen im Stande sind. Dabei wird unterschieden:

a) jene Anordnung, bei welcher die Adhäsionsräder bald als Triebräder, bald als blosse Laufräder auftreten, wie bei der ersten Locomotive in Ostermundigen und derjenigen von Rorschach-Heiden, und

b) die Anordnung der Locomotiven von Wasseralfingen, Rüti und der zweiten von Ostermundigen, bei welchen zwischen Zahntriebrad und Adhäsionsrädern eine unlösliche Kuppelung existirt.

Die erste und älteste dieser Maschinen, diejenige von Ostermundigen, läuft auf der Ebene ebenso rasch wie eine gewöhnliche, da ihre Triebachse direct von den Cylindern aus in Bewegung gesetzt wird; allein um in die Zahnstange gelangen zu können, muss sie und somit der ganze Zug anhalten, es muss umgesteuert werden, und die Zahnstangeneinfahrt erfordert eine specielle Bedienung. Das Zahnrad wie die Transmissionsräder laufen auch auf der Thalstrecke mit, freilich ohne Zahnstange.

Die Locomotiven von Rorschach-Heiden besitzen eine blosse Hülfsconstruction, die zur Beförderung eines leichten Zuges auf wenig ansteigender Bahn ganz geeignet ist, dagegen für Maschinen mit grossen Leistungen kaum angewendet werden dürfte. Auch hier läuft das Zahnrad auf der Adhäsionsbahn mit, dagegen geht die Einfahrt in die Zahnstange ohne Anhalten von Statten.

Jene unter b) angeführten Maschinen zeigen unstreitig gegenüber allen anderen entschiedene Vortheile. Sie bewegen sich ebenso leicht auf der Zahnstange, wie auf den blossen Laufschienen, gehen ohne Anstand von den letzteren auf die erstere über und umgekehrt; doch auch bei ihnen läuft das Zahnrad stets mit, und da die Adhäsionsräder ihren Antrieb von der Zahnradachse aus erhalten, bewegen sich diese Maschinen auf der Ebene nur wenig oder gar nicht schneller, als auf der Zahnstange. Ferner kommt hierzu der Umstand, dass die Raddurchmesser stets dieselben sein sollten, was in Wirklichkeit nicht einzuhalten ist, und in Folge dessen eine etwas raschere Abnutzung der Bandagen eintreten wird, als dies unter normalen Verhältnissen der Fall sein würde, ein Umstand, der um so mehr in Rechnung fiele, wenn diese Construction für schwere Locomotiven angewendet werden sollte.

Das Zahnradsystem ist aber nicht nur zum Betriebe von Touristen- und kleinen Lokal-Bahnen geeignet, sondern ihm kommen auch diejenigen Eigenschaften zu, welche es zum geeigneten Verkehrsmittel für Bahnen ersten Ranges, für internationale Bahnen, erheben. Bis auf die neueste Zeit fehlte indessen eine geeignete Construction zur Combination der künstlichen und natürlichen Adhäsion. Zu Anfang des Jahres 1877 aber hat Riggenbach auf Anregung von A. Thommen, Oberbaurath in Wien, auch diese Aufgabe glücklich gelöst, sodass nächster Zeit die Locomotiven gemischten Systems eine Anordnung

c) aufweisen werden, welche darin besteht, dass auf der Zahnstange nur das Zahnrad arbeitet, während die Adhäsionsräder freilich unter sich gekuppelt, gleichwohl als gewöhnliche Laufräder wirken, auf der Ebene aber das Zahnrad still steht und nur die Adhäsionsräder getrieben werden.

Auf diese Construction näher einzugehen, ist uns nicht gestattet. Doch ist das

bezügliche Project für die im Bau begriffene Gotthardbahn, sowie für die in nächster Aussicht stehende Höllenthalbahn im Grossherzogthum Baden vollständig ausgearbeitet, und wird es vielleicht möglich, später von dieser Stelle aus Näheres darüber mittheilen zu können. [2])

Zum Schlusse sei noch einer glücklichen Anwendung des Zahnradsystemes erwähnt, die 1877 bei einem Steinbruch bei Laufen, Kanton Bern, in der Schweiz stattgefunden hat. Zwei zugehörige Zeichnungen finden sich Tafel LXIX, Fig. 1 u. 2, Es ist dieses eine Zahnradlocomotive mit Handbetrieb. Das Wagengestell ruht auf zwei Laufachsen *aa* und *bb*, dasselbe trägt ausser der Winde zu jeder Seite eine Plattform, auf welche sich je zwei Mann stellen, die an den Kurbeln arbeiten und gleichzeitig fortgetragen werden. Von der Kurbelachse *cc* überträgt ein Zahnkolben die Kraft auf ein grösseres Transmissionsrad, welches auf der Achse *ee* sitzt. Auf derselben Achse sitzt ein zweiter Zahnkolben, welcher das eigentliche in der Zahnstange sich abwickelnde Zahntriebrad bewegt. Der Steinbruch ist in der Nähe einer Eisenbahnstation gelegen; mit einem Gefälle von 60 ‰ ist es möglich, die Transportwagen zum Beladen direct in die Steingruben zu bringen. Diese Steigung erstreckt sich bloss auf eine Länge von 45 Meter, welche mit einer überhöhten Zahnstange belegt ist, gleich wie in Wasseralfingen; darüber bewegt sich die Zahnradwinde, die leeren Wagen von der Höhe herunter holend, die beladenen wieder hinauf schiebend. Vier Mann sind im Stande, in 15 Minuten einen mit 10 Tonnen beladenen Wagen über die Rampe zu schaffen.

Leistungsfähigkeit. Wir verstehen unter der Leistungsfähigkeit einer Locomotive das Zuggewicht, welches dieselbe auf einer gegebenen Steigung und mit einer bestimmten Geschwindigkeit zu ziehen vermag. Es ist daher bloss zu untersuchen, welchen Widerstand ein Zug von bestimmtem Gewichte in Folge der verschiedenen auftretenden Einflüsse verursacht. So gross die Auswahl der Formeln zur Berechnung des Zugwiderstandes ist, so stimmen doch die dabei erhaltenen Resultate nur selten mit denjenigen der Praxis überein. Von der nachstehend zur Verwendung gekommenen haben wir uns nach verschiedenen Richtungen überzeugt, dass ihre Ergebnisse von der Wirklichkeit stets nur unbedeutend abweichen, und wählten sie deshalb zu unserer Untersuchung. Nach derselben findet sich der Zugwiderstand

$$W = G\left[\frac{x}{1000} + (a + b\,v)k\right].$$

Es bezeichnet darin:

G das gesammte Gewicht des Zuges, incl. Locomotive, in Tonnen,
x die Steigung der Bahn,
a u. b zwei Constanten, welche von der Grösse der Widerstände abhängen,
v die Geschwindigkeit in Kilometer pro Zeitstunde,
k ein Coëfficient, welcher angiebt, um wie viel der Widerstand in einer Curve zunimmt.

$(a + b\,v)$ bedeutet somit den Widerstand, welchen jede Tonne der Bewegung des Zuges in der Geraden entgegensetzt. Nach den rühmlich bekannten Versuchen der drei französischen Ingenieure Vuillemin, Guebhardt und Dieudonné in den Jahren 1867 und 1868 darf gesetzt werden:

$$a = 0.0017$$
$$b = 0.0001.$$

---

[2]) Eine Locomotive nach der angedeuteten Construction wird auf der Ausstellung in Paris 1878 zu sehen sein.

Stark schwanken die in Erfahrung gebrachten Angaben für den Coëfficienten k, welcher von der Construction des Rollmaterials abhängt. Als Mittelwerthe dürfen angenommen werden:

für Curven mit Radien von ∞ bis 800^m $k = 1$
- - - - - . . . 600^m - $= 1.30$
- - - - - . . . 400^m - $= 1.90$
- - - - - . . . 300^m - $= 2.25$
- - - - - . . . 250^m - $= 2.50$
- - - - - . . . 200^m - $= 2.80$
- - - - - . . . 180^m - $= 3.00$

Der Widerstand, welchen eine Zahnradlocomotive überwältigen kann, ist identisch mit dem Zahndruck. Dieser ist daher unter allen Verhältnissen derselbe und beträgt, wie wir schon wiederholt angeführt, 6 Tonnen. Sobald aber dieses bekannt ist, können wir aus der angeführten Formel auch umgekehrt das diesem Widerstande entsprechende Zuggewicht berechnen, es ist nämlich:

$$G = \frac{W}{\frac{x}{1000} + (a + b v) k} \,.$$

Es bleibt bloss noch übrig, bestimmte Annahmen hinsichtlich Geschwindigkeit, Steigung und Curven zu machen, um das zugehörige Zuggewicht ausrechnen zu können. Wir haben hierzu die Bahn von Rorschach-Heiden gewählt, sodass wir folgende Werthe in obige Formel einzusetzen haben:

$$W = 6$$
$$a = 0.0017$$
$$b = 0.0001$$
$$v = 10$$

und bei einem Curvenradius $R = 180^m$

$$k = 3$$

es wird sodann

$$G = \frac{6000}{x + 8.1} \,.$$

In diese Formel haben wir schliesslich sämmtliche Steigungen zwischen 20 und $200^0/_{00}$ eingesetzt, die zugehörigen Zuggewichte berechnet und dieselben in Fig. 3 auf Taf. LXIX graphisch dargestellt, als ausgezogene Curve. Dabei wurden die Steigungen als Abscissen, die Zuggewichte als Ordinaten aufgetragen, letztere dagegen getrennt in reines Zuggewicht, welches über und in Locomotivgewicht, das unter der Abscissenachse erscheint.

Die mit diesen Locomotiven gezogenen Lasten sind so bedeutend, dass sie den Vergleich mit solchen der stärksten Adhäsionsmaschinen aushalten. Wählen wir z. B. eine Achtkuppler-Locomotive vom Semmering, welche ebenfalls Curven von 180^m Radius zu befahren hat, und bestimmen deren beförderte Zuggewichte. Am meisten ins Gewicht fällt hier der Adhäsionscoëfficient zwischen Schienen und Rädern, dieser arge Zankapfel aller Techniker. Die Grenzen sind gross von $^1/_4$ bis $^1/_{15}$. Aus den Veröffentlichungen vom Maschinendirector Gottschalk scheint $^{10}/_{65}$ für ähnliche Verhältnisse der richtige Mittelwerth zu sein Demzufolge ist die 52 Tonnen schwere Locomotive im Stande, einen Widerstand

$$W = \frac{520}{65} = 8 \text{ Tonnen}$$

zu überwinden. Die mittlere Geschwindigkeit v beträgt auf Steigungen über 20‰ nur noch 14 Kilometer. Die übrigen Grössen bleiben unverändert, so dass man erhält

$$G = \frac{8000}{x + 9.3}.$$

Setzt man auch in dieser Formel für x alle Werthe von 20 bis 200, entsprechend den Steigungen von 20 bis 200 ‰ ein, so ergeben sich die in derselben Fig. 3 als strichpunktirte (— · — · —) Curve aufgetragenen Werthe. Bei Vergleichung dieser beiden Curven, d. h. der gezogenen Lasten beider Maschinen, fällt vor Allem der gewaltige Einfluss des bedeutenden Gewichtes der Semmering-Locomotive, welches sammt Tender 52 + 27 = 79 Tonnen im dienstfähigen Zustande ausmacht, in die Augen. Während noch auf 20‰ die Nutzleistung beider Maschinen fast dieselbe ist, wird diese für die Semmering-Locomotive bei 100‰ schon gleich Null, d. h. auf dieser Steigung bewegt sich zwar diese Maschine noch mit 14 Kilom. Schnelligkeit vorwärts, aber ausser sich selbst ist sie kein weiteres Gewicht mehr zu ziehen im Stande. Die unter die Abscissenachse verlängerte Curve hat insofern eine Bedeutung, als sie anzeigt, dass bei der gleichen Leistung die Locomotive nur ein Gewicht von der zugehörigen Abscisse (von der Eigengewichtslinie aus gezählt) haben dürfte, um auf dieser Steigung noch ohne Zug vorwärts zu kommen.

Noch besser veranschaulicht findet sich das Verhältniss der ziehenden Last (Locomotivgewicht) zur gezogenen (reines Zuggewicht) in den Curven Fig. 4 auf Taf. LXIX. Dort sind wiederum die Steigungen als Abscissen aufgetragen, während die zugehörigen Ordinaten angeben, wie viele Tonnen reinen Zuggewichtes auf je eine Tonne Locomotivgewicht fallen.

Als eclatante Beispiele stellen wir kurz zusammen, aus den Curven der Fig. 3: es befördert

Reines Zuggewicht.	Eine Zahnrad-Locomotive.	Eine Semmering-Locomotive.
20 Tonnen	auf 162 ‰	auf 79 ‰
50 -	- 87 ‰	- 58 ‰
100 -	- 46 ‰	- 39 ‰
200 -	- 24 ‰	- 23 ‰

Aus den Curven der Fig. 4 greifen wir heraus: es zieht ausser ihrem eigenen Gewichte:

	Eine Zahnrad-Locomotive.	Eine Semmering-Locomotive.
ihr 1faches Gewicht	auf 180 ‰	auf 46 ‰
- 2 - -	- 120 ‰	- 28 ‰
- 5 - -	- 57 ‰	niemals
- 10 - -	- 29 ‰	do.

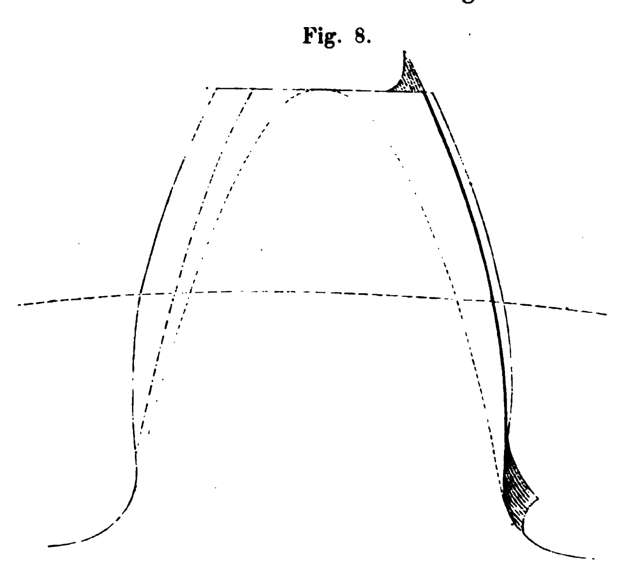
Schliesslich findet sich in Fig. 3 eine dritte Curve (— — — —); es bedeutet dieselbe die grössten zulässigen Zuglasten, welche einer einzigen Locomotive angehängt

werden dürfen, ohne die jetzt übliche Inanspruchnahme der Zugvorrichtung zu überschreiten. Bei deren Berechnung wurde ebenfalls eine Curve von 180^m Radius und 10 Kilom. Geschwindigkeit vorausgesetzt.

Bei der ganzen Untersuchung haben wir uns erlaubt, den Widerstand, welchen eine Tonne Locomotivgewicht verursacht, demjenigen einer Tonne des Wagenzuges gleich zu setzen. Wenn eine solche Annahme, streng genommen, auch unrichtig, so bleibt der damit gemachte Fehler bei den gepflogenen Vergleichen ohne Bedeutung, jedenfalls aber fällt derselbe eher zu Gunsten des Adhäsionssystemes in Betracht.

Abnutzung der Zähne. — In enger Beziehung mit der Leistung einer Zahnradlocomotive steht die Abnutzung der Zähne des Zahntriebrades und der Zahnstange. Merkwürdigerweise ist dieselbe beim erstern weniger ein Abreiben, wie doch zu erwarten stünde, als ein Abquetschen, wie beistehende Fig. 8 zeigt, welche den Zahn eines Triebrades der Vitznauerlocomotiven in natürlicher Grösse darstellt. Das abgequetschte Material sammelt sich an der Kopfflanke, am Grunde und zu beiden Seiten jedes Zahnes, wird aber am letzteren Orte von der Zahnstange selbst abgedrückt. Von Zeit zu Zeit müssen die anderen sich bildenden Wulste mit Meissel und Feile entfernt werden. Aus dieser Erscheinung darf mit Recht geschlossen werden, dass das Material für solche Inanspruchnahme zu weich ist und dass, im Falle es möglich würde. die Zahnflanken zu härten, die Abnutzung eine merklich geringere wäre. Leider haben Erkundigungen, welche in dieser Richtung bei den renommirtesten Stahlfabrikanten eingezogen wurden, das Härten von fertigen Rädern als unmöglich dargethan. Unsererseits haben wir dennoch die Hoffnung noch nicht ganz aufgegeben, und wollen nicht unterlassen, an dieser Stelle auf diesen für die Zukunft des Zahnradsystems wichtigen Punkt aufmerksam zu machen.

Fig. 8.



Die Abnutzung der Zähne erfolgt stets nach einer richtigen Evolvente. Nachdem erstere bis zu einer gewissen Grenze fortgeschritten ist, wird die Zahntriebradachse gekehrt, sodass die andere Zahnflanke mit den Zähnen der Zahnstange in Berührung kommt. In obenstehender Fig. 8 bedeutet die — · — · — Curve die wirkliche Zahnflanke, nachdem das betreffende Rad einen Weg von 10000 Kilometer zurückgelegt hatte. Nachher wurde die Achse gekehrt, und nach einem weiteren Wege von 3600 Kilometer besitzt der Zahn gegenwärtig als arbeitende Flanke die stark ausgezogene Curve.

Um mit Sicherheit angeben zu können, welche Abnutzung überhaupt noch zulässig ist, wird es nöthig, die Dimensionen des Zahnes nach der herrschenden Inanspruchnahme zu bestimmen. Bezeichnet in beistehender Skizze Fig. 9

P den Zahndruck,

l die Länge und

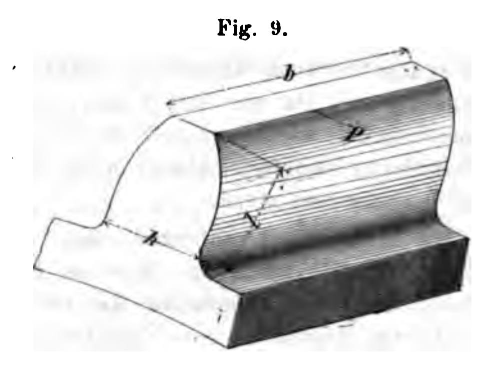
b die Breite des Zahnes,
h die Dicke desselben im gefährlichen Querschnitt,
k die Inanspruchnahme des Materials, so gilt die Beziehung

$$Pl = \frac{bh^2}{6} k,$$

woraus sich bestimmt

$$k = \frac{6Pl}{bh^2}.$$

Fig. 9.



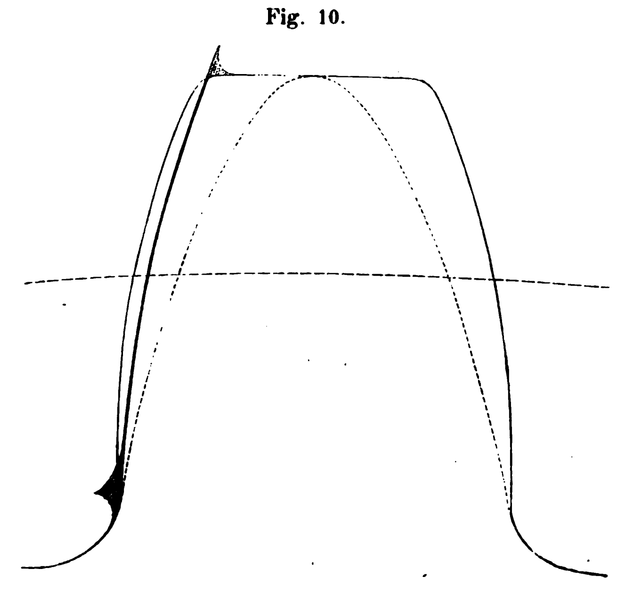
Zur Berechnung wählen wir einen Zahn der Triebräder von den Locomotiven der Rorschach-Heiden-Bahn wie Fig. 10 einen solchen in wirklicher Grösse darstellt. Die Abnutzung wird durch die stark ausgezogene Curve angegeben; sie entspricht einem Wege der Maschine von 9600 Kilometer und beträgt $2\frac{1}{2}^{mm}$. Auffallend ist an allen Zahntriebrädern mit 1050^{mm} Durchmesser die bedeutend geringere Abquetschung des Materials, gegenüber den kleinen von Rigi-Vitznau.

Bei dem vorliegenden Zahne beträgt;
$P = 6000$ Kilogr.
$l = 57^{mm}$
$b = 102$ -
$h = 52$ -

Es berechnet sich somit die Inanspruchnahme *k* des Materials pro Quadratmillimeter zu

$k = 7{,}4$ Kilogr.

Fig. 10.



Die Triebräder sämmtlicher Zahnradlocomotiven sind aus gehämmertem Tiegelgussstahl hergestellt, welcher eine absolute Festigkeit von nicht unter 80 Kilogr. pro Quadratmillimeter aufweist; es besitzen demnach diese Zähne mindestens eine

10fache Sicherheit.

Diese Sicherheit muss jedem Zahnrade bis auf seinen letzten Betriebstag erhalten bleiben, wenn es die ihm zugemuthete Betriebssicherheit bieten soll. Um nun das zulässige Maass der Abnutzung kennen zu lernen, construiren wir aus jedem Zahne einen Körper gleicher Biegungsfestigkeit, von dem wir also überzeugt sind, dass er in allen Querschnitten dieselbe oben vorgeschriebene Sicherheit gewährt. Sämmtliches Material, welches ausserhalb dieses Körpers gleicher Festigkeit liegt, dürfen wir sodann der Abnutzung preisgeben. Nach Reuleaux lautet für einen rechteckigen Querschnitt die Gleichung zur Bestimmung eines solchen Körpers:

$$\frac{y}{h} = \sqrt{\frac{x}{l}}$$

worin *h* und *l* die oben angegebene Bedeutung haben, während für *x* sämmtliche Werthe von *o* bis *l* ($l = 57^{mm}$) einzusetzen sind, um für *y* der Reihe nach alle Werthe

von o bis h ($h = 52^{mm}$) zu erhalten. Die berechneten Werthe wurden in den Figg. 9 und 10 symmetrisch zur Mittellinie des Zahnes aufgetragen und bilden die punktirt angegebene Curve. Da wir nun wissen, dass ein Zahn dieses Querschnittes dieselbe Biegungsfestigkeit wie der ausgeführte besitzt, so dürfen wir ohne Gefahr den Zahn bis zu dieser Curve beiderseits abnutzen lassen, welches im Theilkreis gemessen im Ganzen 12^{mm} ausmachen würde.

Mit Rücksicht darauf aber, dass durch die Erschütterungen die Qualität des Materials gelitten haben mag, wird im Betriebe nur eine totale Abnutzung von 8^{mm} zugelassen, auf jeder Zahnflanke also 4^{mm}. Wie schnell eine solche Abnutzung stattfindet, hängt gleichzeitig vom Zahndruck und von der Lage und Unterhaltung der Zahnstange ab. Genaue Abmessungen an 19 Locomotiven von 4 verschiedenen Zahnradbahnen haben die in nachstehender Tabelle B. zusammengestellten Resultate ergeben.

Tabelle B.

Post. Nr.	Locomotive der Bahn.	Mittlerer Zahndruck in Kilogr.	Zähnezahl des Rades.	Zurückgelegte Kilometer.	Abnutzung des Zahnes in Millimetern. Total.	pro Kilometer.	pro Kilometer. im Mittel	pro Berührung.	Zulässige Abnutzung. Total	Zulässiger Weg eines Zahntriebrades. Kilomet.
1.	Ostermundigen I.	5000	25	8500	4.0	0.00047	0.00047	0,000001175	8	17021
2.	Vitznau-Rigi . I.	3800	20	8908	4.0	0.00045				
	- - . II.	-	-	12594	6.4	0 00051				
	- - . III.	-	-	8859	3.2	0.00036				
	- - . IV.	-	-	10165	4.3	0.00042				
	- - . V.	-	-	10787	4.5	0.00042	0.000444	0.000000888	8	18018
	- - . VI.	-	-	10876	4.6	0.00042				
	- - . VII.	-	-	13686	5.5	0.00042				
	- - . VIII.	-	-	8956	4.0	0.00045				
	- - . IX.	-	-	8346	4.5	0.00054				
	- - . X.	-	-	10943	4.9	0.00045				
3.	Arth-Rigi . I.	3200	33	7768	3.2	0.00041				
	- - . . II.	-	-	6994	2.0	0.00029				
	- - . . III.	-	-	5885	2.2	0.00037	0.000312	0.000000937	8	28175
	- - . . IV.	-	-	7289	2.3	0.00031				
	- - . . V.	-	-	5547	0.6	0.00018				
4.	Rorschach-Heiden I.	2800	33	9908	2.9	0.00029				
	- - II.	-	-	7483	2.4	0.00032	0.000290	0.000000870	8	30345
	- - III.	-	-	9636	2.5	0.00026				

Bei Ermittlung des durchschnittlichen Zahndruckes wurden die wirkliche Belastung der Züge, die vorhandene Steigung und die Widerstände in Folge Curven etc. berücksichtigt, sodass derselbe, trotzdem er bedeutend von dem zulässigen Zahndrucke von 6000 Kilogr. abweicht, doch streng richtig ist.

Wie die achte Columne dieser Tabelle zeigt, ist die Abnutzung auf ihre Einheit, auf jede einzelne Berührung zurückgeführt. Dass die Abnutzung bei den verschiedenen Bahnen von einander abweichen, hat seinen Grund hauptsächlich im herrschenden Zahndruck, aber auch in der mehr oder weniger genauen Lage des Oberbaues, was sich z. B. einerseits zwischen Ostermundigen und Vitznau-Rigi, andererseits zwischen dieser Bahn und jener in Rorschach-Heiden fühlbar macht.

Im Allgemeinen darf angenommen werden, dass für eine Touristenbahn ein Zahnrad von 1050^{mm} Durchmesser und 33 Zähnen durchschnittlich

30000 Kilometer

zurücklegen kann.

Daraus lässt sich nun unmittelbar die Dauer der Zahnstange, wenigstens hinsichtlich ihrer Abnutzung durch das Zahnrad, berechnen.

Bei der Annahme nämlich, dass bei jeder Berührung die Abnutzung, welche rund

0.0000009^{mm} beträgt,

an den Zähnen der Zahnstange ebenso gross sei wie am Rade, werden diese erst 1^{mm} betragen, nachdem

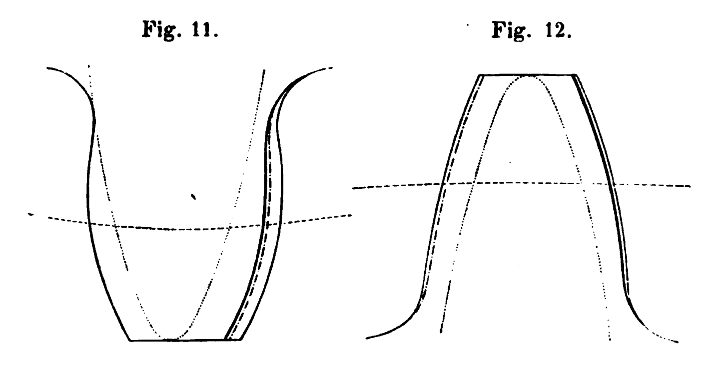
$$\frac{1}{0.0000009} = 1111111 \text{ Züge}$$

darüber gegangen.

Eine Abnutzung von 1^{mm} ist nun jedenfalls zulässig. Bis aber eine Million Züge eine Linie passirt haben, dürfte auch bei einem sehr starken Verkehr der Zahn der Zeit mehr an der Zahnstange genagt haben, als es das Zahnrad vermochte.

Ueber die Zahnstange von Vitznau-Rigi sind bis heute 21142 Züge gegangen. Die Abnutzung der Zähne ist selbst auf der stärksten Steigung von 250‰ immer noch unmessbar klein. Es stimmt somit auch diese Beobachtung mit der aufgestellten Berechnung überein.

Fig. 11. Fig. 12.



Es bleibt uns noch übrig, der Abnutzung der Zähne der Transmissionsräder zu gedenken. Dieselben sind durch beistehende Figg. 11 u. 12 dargestellt, wie sie die Locomotiven von Vitznau-Rigi besitzen, und zwar zeigt Fig. 11 den Zahn der kleineren Räder auf der Kurbelwelle und Fig. 12 diejenigen der grösseren auf der Zahnradachse. Den letzteren Rädern kommt gleich dem Zahntriebrade der Umstand zu gute, dass die Achse gedreht werden kann, sich somit die Abnutzung auf beide Zahnflanken vertheilt, während ein solches Drehen für die Kurbelachse unmöglich wird, daher die gesammte und zudem grössere Abnutzung auf derselben Seite stattfindet.

Für den grössten Druck, dem diese Zähne ausgesetzt sind, wurde der Körper gleicher Biegungsfestigkeit für eine 10fache Sicherheit bestimmt und als punktirte Curven in obige Skizzen eingetragen. Ist die Abnutzung bis zu dieser Curve vorgeschritten, so verlangt die Sicherheit des Betriebes, dass solche Räder durch neue ersetzt werden. Wie wir uns aus der Zeichnung überzeugen können, wird dieses bei den kleineren nach kurzer Zeit geschehen müssen, während die grösseren Transmissionsräder eine noch mehr als doppelt so grosse Abnutzung ertragen können. Die Maschine, welcher diese Räder angehören, hat bereits einen Weg von 13686 Kilometer

zurückgelegt. Da deren Zahntriebrad, wie wir oben gefunden, nach einem Dienste von ungefähr 18000 Kilometer ausgewechselt werden muss, so darf annähernd gefolgert werden, dass bei der erwähnten Locomotive ein kleines Transmissionsrad die gleiche, ein grösseres die doppelte Dauer wie das Zahn-Triebrad haben wird.

Merklich geringer als bei den Vitznau-Rigi-Locomotiven ist die verhältnissmässige Abnutzung der Zähne bei den Transmissionsrädern der übrigen Locomotiven, welche nach dem Modelle von Rorschach gebaut sind. Dies ist hauptsächlich dem grössern Zahntriebrade, dann aber auch der sorgfältigeren, durch vorzügliche Einrichtungen ermöglichten, Ausführung der Räder zuzuschreiben.

Eine gedrängte Uebersicht der Hauptdimensionen sämmtlicher Zahnradlocomotiven bietet die nachstehende Tabelle C.

Tabelle

Post Nr.	Name der Bahn.	Anzahl der Locomotiven	Constructions-system.	Im Dienste seit:	Zahnräder. Zahntriebrad. Diamet. mm.	Zahntriebrad. Theilung mm.	Zahntriebrad. Zähne-zahl	Transmissions- Anzahl	Transmissions- Diamet. mm.	Transmissions- Theilg. mm.
1.	Ostermundigen . .	1	gemischt	1870	796	100	25	4	286/875	50
		1	gemischt	1876	796	100	25	4	—	50
2.	Vitznau-Rigi . .	10	einfach	1871—73	636	100	20	4	227/684	50
3.	Kahlenberg . . .	6	einfach	1873—74	1050	100	33	4	372/880	51
4.	Schwabenberg . .	4	einfach	1874—75	1050	100	33	4	372/880	51
5.	Arth-Rigi	5	einfach	1875	1050	100	33	4	372/880	51
6.	Rorschach-Heiden .	3	gemischt	1875	1050	100	33	4	372/880	51
7.	Wasseralfingen . .	1	gemischt	1876	764	80	30	1	433	80
8.	Rüti	1	gemischt	1877	764	80	30	1	433	80

Post Nr.	Name der Bahn.	Kessel. Innerer Diamet. mm	Siedrohre. Länge mm	Siedrohre. Diamet. mm	Siedrohre. Anzahl	Heizfläche. Feuerbüchse □m	Heizfläche. Siederohre □m	Heizfläche. Total □m	Rostfläche □m	Dampfdruck Atm.
1.	Ostermundigen . .	1200	2000	51	132	3.37	47.43	50.8	0.73	9
		1030	2300	45	136	6.02	46.0	52.02	1.04	10
2.	Vitznau-Rigi . .	1200	1850	48	284	2.88	55.5	58.38	0.82	10
3.	Kahlenberg . . .	930	2140	45	174	5.84	44.5	50.34	1.04	9
4.	Schwabenberg . .	930	2140	45	174	5.84	44.5	50.34	1.04	9
5.	Arth-Rigi	1030	2300	45	133	5.84	44.5	50.34	1.04	10
6.	Rorschach-Heiden .	1030	2300	45	133	5.84	44.5	50.34	1.04	10
7.	Wasseralfingen . .	760	1980	45	75	3.90	21.10	25.0	0.62	9
8.	Rüti	760	1980	45	75	3.90	21.10	25.0	0.62	9

Personenwagen. — Was zur Erzielung eines billigen Betriebes überhaupt angestrebt werden sollte, nämlich eine möglichst leichte Construction des Rollmaterials, das ist bei sämmtlichen Zahnradbahnen in ganz nachahmungswürdiger Weise erreicht. Die Personenwagen namentlich, deren überwiegende Zahl zudem nur für Sommerbetrieb bestimmt ist, zeichnen sich durch ein geringes Eigengewicht aus. Der auf Tafel LXX durch die Fig. 1, 2 u. 3 dargestellte Wagen der Vitznau-Rigibahn besitzt ein Taragewicht von nicht ganz 4 Tonnen und bietet für 54 Personen Platz: es trifft somit auf jeden Sitz ein todtes Gewicht von nur 74 Kilogr. Sämmtliche

anderen Achse laufen lose auf den Naben, was bei der geringen Geschwindigkeit — von 5 Kilometer in der Zeitstunde — und einem Achsendruck, der nie mehr als 2 Tonnen beträgt, wohl zulässig ist. Die Vitznau-Rigi-Bahn besitzt 10 solcher Wagen mit 4200 mm und ausserdem zwei kleinere mit 2400 mm Radstand und 30 Sitzplätzen nach demselben Modelle ausgeführt. Von denselben Wagen, die Fig. 1 darstellt, besitzt die Kahlenbergbahn 18, die Schwabenbergbahn 12 Stück.

Auch die Personenwagen der Arth-Rigi-Bahn sind nach demselben Modelle ausgeführt, besitzen aber nur 7 Bänke, im Ganzen also nur 42 Sitzplätze; dagegen befindet sich auf der unteren Seite eine Gepäckabtheilung, die übrigens ganz so eingerichtet ist wie die Personenabtheilung, so dass bei stärkerem Verkehr, z. B. an Sonntagen, auch in diesem Raum provisorisch zwei Bänke gebracht werden können, die Zahl der Sitze also wieder auf 54 steigt. Ausser 5 solcher Wagen hat auch diese Bahn noch 2 kleinere Personenwagen wie die Vitznau-Rigi-Bahn und von ganz gleicher Grösse mit diesen.

Auf der Bahn von Rorschach nach Heiden erfordert der Winterverkehr natürlich Personenwagen, welche nicht nur gegen Regenschauer, sondern auch gegen Schneegestöber und Kälte Schutz bieten. Um aber trotzdem nicht gezwungen zu sein, auch im Sommer den schwerern Park herumzuführen, baute die Bahn besondere Wagen für den Winter und besondere für den Sommer. Unter den letzteren finden sich 3 Stück, welche wiederum durch Fig. 1 dargestellt werden; 3 weitere Stück zeigen die Figg. 5, 6 u. 7 auf Tafel LXX. Diese Wagen sind ebenfalls auf beiden Langseiten offen und können nur mit Vorhängen abgeschlossen werden. Die erste Abtheilung G links ist zur Aufnahme des Gepäcks bestimmt, die drei folgenden haben 6 Sitzbänke aus Holzlatten mit je 6 Plätzen, wie wir sie schon kennen gelernt haben; sie bilden die III. Wagenklasse; die letzte Abtheilung rechts hat 2 Bänke aus Meerrohrgeflecht mit je 5 Plätzen und bildet die II. Wagenklasse. Diese Wagen unterscheiden sich von den übrigen dadurch, dass die Bänke paarweise gegen einander gekehrt sind; ausserdem besitzen dieselben die gewöhnlichen Kuppelungen, da nicht wie auf den vorigen Bahnen stets nur ein, sondern mehrere Wagen angehängt werden und die Bahn neben den Steilrampen auch horizontale Strecken besitzt. Schliesslich ist auch die Bremse und ihre Anordnung eine verschiedene. Der Bremser befindet sich nämlich auf der Decke des Wagens, die Bremsachse ist eine selbständige und nicht mehr zusammenfallend mit einer Laufachse. Diese Bremse ist durch nachstehende Fig. 13 dargestellt.

Mit Hülfe der Schraube S wird durch die Hänglaschen ab der Winkelhebel bcd bewegt, welcher den Zug auf den Hebel ef überträgt. Auf der gleichen Welle mit diesem Hebel sind die beiden Arme fi und fg befestigt, wovon jeder einen Bremsklotz auf die Bremsrollen presst. Diese Bremsrollen sind ähnlich construirt, wie wir sie bei den grösseren Transmissionsrädern der Rorschacher Locomotiven gefunden haben, und bestehen ebenfalls nur aus Kränzen, welche seitlich an das Zahnrad angeschraubt sind Die Wirkung dieser Bremse ist eine sehr kräftige.

Bezeichnet:

P den Druck des Bremsers auf die Kurbel = 15 Kilogr.
R den Kurbelradius = 18 Centim.
h die Steigung = 0,8 Centim.
r den Radius der Schraube = 1.8 Centim.

so beträgt der theoretische Zug in den Hänglaschen ab

$$\frac{PR \cdot 2r\pi}{r \cdot h} = 2119 \text{ Kilogr.}$$

Bringen wir für Reibung hiervon 50% in Abzug, so bleiben immer noch abgerundet

1050 Kilogr.,

welche nach der 1.2fachen Hebelübersetzung bei c und der 4fachen bei f einen effectiven Druck von

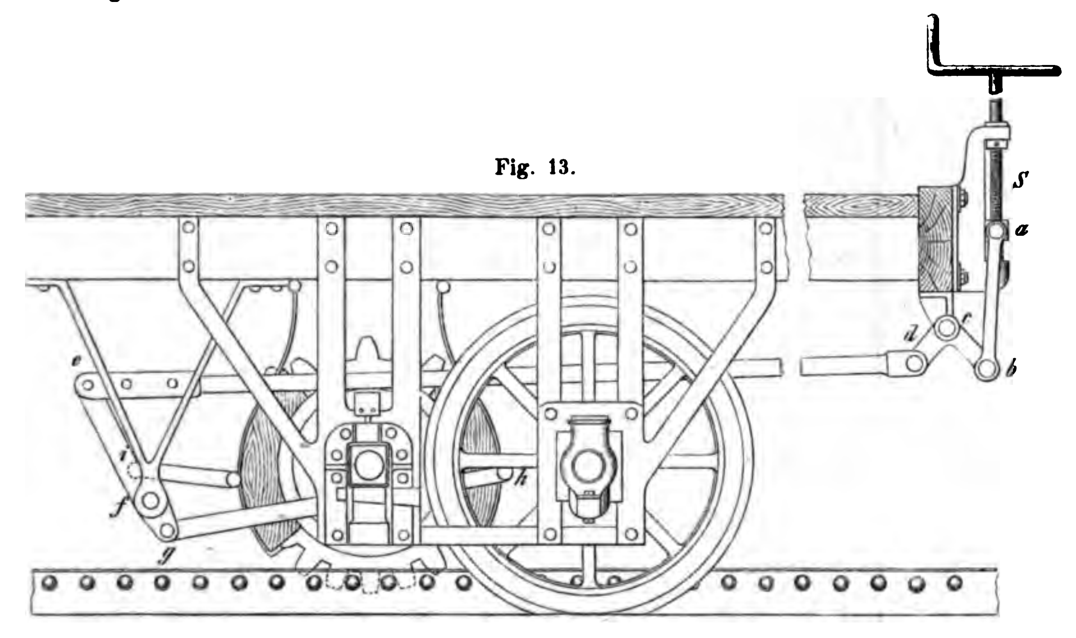
$$1050 \times 1.2 \times 4 = 5040 \text{ oder rund } 5000 \text{ Kilogr.}$$

auf die Bremsklötze, beziehungsweise durch diese auf die Räder ausüben. Bei der üblichen Annahme von $^1/_5$ Reibungscoefficient zwischen Bremsklotz und Rad wird also dadurch ein Widerstand von

$$\frac{5000}{5} = 1000 \text{ Kilogr.}$$

hervorgebracht, der bestrebt ist, eine Drehung des Zahnrades, somit die Bewegung des Wagens zu verhindern.

Fig. 13.



Da der Wagen leer ein Gewicht von 4 Tonnen und vollständig beladen ein solches von höchstens 8 Tonnen besitzt, so beträgt die dem Gleise parallel und abwärts gerichtete Componente dieser Last auf der grössten Steigung von $90^0/_{00}$ annähernd

$$90 \times 8 = 720 \text{ Kilogr.}$$

Diese im Theilkreis des Bremszahnrades wirkende Kraft muss durch den von der Bremse erzeugten Widerstand in Schranken gehalten, beziehungsweise aufgehoben werden. Da die Bremsrollen etwas kleiner im Durchmesser sind als das Zahnrad, nämlich nur 500^{mm} gegenüber 640 des letzteren, so ist am Umfange der Bremsrollen ein Widerstand von

$$\frac{640 \cdot 720}{500} = 920 \text{ Kilogr.}$$

erforderlich, um der Tangentialcomponente das Gleichgewicht zu halten, d. h. um den Wagen an der Bewegung zu hindern. Wie wir aber soeben abgeleitet, ist der Bremser stets im Stande, bei nur mittelmässiger Anstrengung mit Hülfe dieser Bremse einen Widerstand von

1000 Kilogr. zu erzeugen,

also mehr als zum Anhalten des Wagens nöthig wäre.

Tabelle D.

Post Nr.	Name der Bahn.	Anzahl. Sitze pro Wagen. II. Classe.	III. Classe.	Total.	Wagen.	Räder. Diameter in mm. Zahnrad.	Bremsrolle.	Laufrad.	Radstand in mm.	Innere Dimensionen des Kastens in mm. Länge.	Breite.	Höhe.	Taragewicht. Kilogr.	Bemerkungen.
1.	Ostermundigen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2.	Vitznau-Rigi	—	54	54	10	636	500	645	4200	8400	2850	1940	3990	Sämmtliche Wagen sind zweiachsig u. nach englischem System gebaut.
		—	30	30	2	636	500	645	2400	4700	2850	1940	2650	
3.	Kahlenberg	—	54	54	18	636	500	645	4200	8000	2850	1940	4500	
4.	Schwabenberg	—	54	54	12	636	500	645	4200	8000	2850	1940	4500	
5.	Arth-Rigi	—	42	42	5	636	500	645	4200	8000	2850	1940	4500	
			30	30	2	636	500	645	2400	4700	2850	1940	2650	
6.	Rorschach-Heiden	10	36	46	3	636	500	820	4200	7600	2850	1940	4000	
		—	54	54	3	636	500	820	4200	7400	2850	1940	4000	
		30	—	30	1	636	500	820	3200	3750	2850	1940	2650	
		10	24	34	2	636	500	820	3200	5750	2850	1940	6000	Winterwagen mit Dampfheizung.
7.	Wasseralfingen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8.	Rüti	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Zum Sommerwagenpark der Bahn Rorschach-Heiden gehört ferner ein kleiner offener Wagen mit 30 Sitzplätzen, ähnlich eingerichtet wie die grössern, jedoch ohne Gepäckraum.

Winterwagen sind zwei Stück vorhanden. Fig. 4 auf Taf. LXX zeigt dieselben halb im Schnitt, halb in Ansicht. Ohne die Gepäckabtheilung *G* gleichen diese Wagen ganz denjenigen der gewöhnlichen Bahnen. Sie enthalten 24 Sitzplätze III. und 10 Plätze II. Classe. Die Anordnung der Bremse ist die nämliche, wie wir sie soeben kennen gelernt haben. Geheizt werden diese Wagen mit Dampf, welcher der Locomotive entnommen und durch Röhren unter die Sitze geleitet wird.

Die übrigen Bahnen: von Ostermundigen, Wasseralfingen und Rüti besitzen ausschliesslich Güterverkehr und bedürfen deshalb keiner Personenwagen.

In vorstehender Tabelle **D** sind die Hauptverhältnisse der besprochenen Personenwagen zusammengestellt.

Güterwagen. — Die Steinbruchbahn Ostermundigen besitzt 8 Plattformwagen mit Federbremsen, wie sie in jedem Güterzuge zu sehen sind. Ausserdem cursiren auf ihrer Linie die Güterwagen der benachbarten Schweizerischen Thalbahnen. Als charakteristischer Güterwagen der Zahnradbahnen dagegen ist der auf Tafel LXX durch die Fig. 8 u. 9 dargestellte zu betrachten. Genau nach diesen Zeichnungen findet er sich in 5 Exemplaren bei der Vitznau-Rigibahn vor. Die Seitenwände sind 600^{mm} hoch, die Kopfwände zum Herausnehmen eingerichtet. Der Boden wird zur Verstärkung von 3 Zoreseisen durchzogen. Auf einer Seite findet sich eine schmale Plattform zur Bedienung einer Zahnradbremse, die jedoch nur 1 Bremsrolle trägt und mit dem Zahnrade auf einer Laufachse sitzt. Das Eigengewicht des Wagens beträgt 2450 Kilogr., die Tragfähigkeit 7500 Kilogr.

Von den übrigen Bahnen besitzt die Kahlenbergbahn 4, die Schwabenbergbahn 2, die Arth-Rigibahn 5 ähnliche Wagen, welche nur im Radstande und in der Kastenlänge von einander abweichen. Die Bahn Rohrschach-Heiden besitzt 5 solcher, daneben aber noch 3 gedeckte Wagen nach gewöhnlicher Construction.

Die Wasseralfinger Bahn besitzt eine grössere Anzahl ganz eiserner Muldenwagen, wie sie im Bergbau zur Verwendung gelangen und wovon Taf. L, Fig. 13—16 des II. Bandes dieses Werkes die Abbildung eines derartigen, jedoch hölzernen Wagens aufweist.

Die Bahn in Rüti hat einen offenen Güterwagen gewöhnlicher Bauart; sie befördert ausschliesslich fremde Eisenbahnfahrzeuge.

Mit Ausnahme der Muldenwagen von Wasseralfingen, welche sich schwer in das Eisenbahnrollmaterial einreihen lassen, finden sich alle Güterwagen der bisher gebauten Zahnradhahnen in umstehender Tabelle **E** mit ihren Hauptdimensionen aufgeführt.

§ 7. Betriebskosten. — Dieselben lassen sich eintheilen in

1) allgemeine Kosten; d. h in solche, welche unabhängig von der Grösse des Verkehrs eintreten, dagegen von der Länge der Bahn bedingt werden. Es gehören also hierher die Ausgaben für allgemeine Verwaltung, für den Bahnunterhalt, für Zins der Anlagekosten u. dgl.

Die meisten dieser Punkte haben vorwiegend localen Charakter und werden ausserdem viel zu sehr durch fremde Einflüsse bedingt, als dass bestimmte Zahlen auch nur einigen Werth hätten. Wir beschränken uns deshalb hier nur auf diejenigen Ausgaben, welche speciell mit dem Systeme zusammenhängen und durch dasselbe hervorgerufen werden.

Tabelle E.

Post Nr.	Name der Bahn.	Anzahl der Wagen.	Räder. Zahnrad. Diameter. mm	Räder. Bromsrad. Anzahl.	Räder. Bromsrad. Diameter. mm	Räder. Laufrad. Diameter. mm	Radstand. mm	Innere Dimensionen des Kastens in mm Länge.	Innere Dimensionen des Kastens in mm Breite.	Innere Dimensionen des Kastens in mm Höhe.	Taragewicht. Kilogr.	Tragkraft. Kilogr.	Bemerkungen.
1.	Ostermundigen .	8	—	—	—	870	2400	4500	2700	—	5000	10000	Plattformwagen.
2.	Vitznau-Rigi . .	5	636	1	500	645	1800	3540	2400	600	2150	7500	Offene Wagen.
3.	Kahlenberg . .	4	636	1	500	645	3000	4740	2400	600	3750	7500	- -
4.	Schwabenberg .	2	636	1	500	645	3000	4740	2400	600	3750	7500	- -
5.	Arth-Rigi . . .	5	636	1	500	645	3000	4740	2400	600	3750	7500	- -
6.	Rorschach-Heiden	3	636	1	500	820	3000	4340	2800	2000	5000	7500	Gedeckte Wagen.
		5	636	1	500	820	3000	4740	2400	600	3750	7500	Offene Wagen.
7.	Wasseralfingen .	Specielle Muldenwagen für Bergbau.											
8.	Rüti	1	—	—	—	750	2200	4000	2100	400	2500	7500	Offener Wagen.

Es betreffen dieselben:

den Unterhalt der Zahnstange,

den Zins für deren Anschaffung.

Wie wir uns bereits weiter oben überzeugt haben, ist zum Unterhalt der Zahnstange einzig das verwendete Schmiermaterial zu rechnen, welches nach den verschiedenen Berichten der ausgeführten Zahnrad-Bahnen zwischen 20 und 100 Gramm pro Locomotivkilometer schwankt, so dass im Mittel ein Consum von

60 Gramm pro Locomotivkilometer

angenommen werden darf.

Der laufende Meter Zahnstange, wie derselbe z. B. in Wasseralfingen ausgeführt ist, sammt Gusssattel und allen nöthigen Befestigungsmitteln, stellt sich gegenwärtig auf rund

40 Mark,

sodass die Anlagekosten pro Kilometer

40000 und daher die jährlichen Zinsen bei 5%

2000 Mark

betragen. Diese Summe wäre also pro Kilometer zu den entsprechenden Ausgaben einer gewöhnlichen Bahn zu addiren. Streng genommen sollte nun aber andererseits eine Reduction eintreten, indem bei der Zahnstange, infolge der geringen Geschwindigkeit sowohl, als auch der geringen Belastung der Locomotivräder wegen, und weil überhaupt keine Laufräder gebremst werden, die Abnutzung der Schienen eine geringere und vor Allem ein leichteres Profil zulässig ist.

2) Expeditionskosten. Es sind dies jene, welche von den Reisenden und Gütern verursacht werden bis zu der Zeit, da sie sich im Wagen befinden. Diese Auslagen sind nur der Verkehrsmenge proportional, stehen in gar keinem Zusammenhange mit dem Betriebssystem; wir gehen daher nicht näher darauf ein.

3) Die Kosten des Transportdienstes. Sie werden verursacht durch die Bedienung und Beaufsichtigung der Transportmassen während der Fahrt, sowie durch die Abnutzung des Rollmaterials. Es sind dieselben sowohl der Verkehrsmenge als auch dem zurückgelegten Wege proportional.

Hierher gehören also die Ersetzungskosten für Zahntrieb- und Transmissionsräder. Wie wir bereits erfahren, genügt ein Zahnrad für einen Weg von 30000 Kilometer. Seine Kosten belaufen sich auf abgerundet

2000 Mark.

Es müssen deshalb für jeden Locomotivkilometer

6,6 Pfennige

für Abnutzung gerechnet werden.

Vier Transmissionsräder nach der mittleren Construction wie sie z. B. die Rorschacher Locomotiven besitzen, kosteten

4000 Mark.

Sie genügen für einen Weg von rund 50000 Kilometer; es entfallen somit pro Locomotivkilometer

8 Pfennige Ersetzungskosten.

Nach neuerer Construction ist bekanntlich nur 1 Transmissionsrad nöthig, dessen Beschaffung

800 Mark erfordert.

Da ein solches Rad ungefähr

20000 Kilometer

zurücklegen kann, so erfordert es als Erneuerungskosten pro Locomotivkilometer

4 Pfennige.

Für Zahnradmaschinen neuerer Construction wären daher im Ganzen

$(6.6 + 4) = 10.6$ Pfennige

zu den übrigen vom gewöhnlichen Locomotivsystem bedungenen Erneuerungskosten zu addiren.

Man könnte einwenden, dass hier noch ein Posten aufzunehmen wäre für langsamere Beförderung, somit für Mehranschaffung von Rollmaterial. Doch ist dies nur scheinbar; es hat sich im Gegentheil herausgestellt, dass auf den Steilrampen die Züge trotz der geringeren Schnelligkeit effectiv in kürzerer Zeit befördert werden, als auf der künstlich entwickelten Linie für Adhäsionsbetrieb.

4) Die Zugkraftkosten. Sie theilen sich in constante, herrührend für Besoldung von Führer und Heizer, und in variable für Beschaffung des Brenn- und Schmiermaterials und Reparaturen. Die ersteren sind der Anzahl Züge und des von ihnen zurückgelegten Weges, die letzteren der wirklich geleisteten Arbeit proportional.

Auch hier sind es bloss die variablen Kosten, welche als vom System beeinflusst in Betracht kommen können, nämlich die Auslagen für Kohlen und Schmiermaterial. Um diesen Zahlen wirklich praktischen Werth zu verleihen, müssen dieselben auf eine allgemeine Einheit bezogen sein, in der die Leistung einer Locomotive, die mechanische Arbeit, ausgedrückt werden kann. Da nun unter mechanischer Arbeit das Produkt aus Kraft (Druck) und Weg verstanden wird, so muss vorab die mittlere Zugkraft, hier speciell der mittlere Zahndruck, ermittelt werden. Derselbe ist abhängig vom Gewichte des ganzen Zuges, von dessen Geschwindigkeit, sowie von der Beschaffenheit der Bahn. Zu dessen Bestimmung dient dieselbe Formel, die wir früher zur Berechnung des Zugwiderstandes benutzten[3].

Darnach ergiebt sich als durchschnittlicher Zahndruck

auf der Vitznau-Rigibahn . . 3800 Kilogr.
- - Arth-Rigibahn . . . . 3200 -
- - Bahn Rorschach-Heiden 2800 -

Auf erster Bahn wurden pro Locomotivkilometer consumirt

28.8 Kilogr. Kohlen,

somit pro Tonnenkilometer Widerstand

$$\frac{28.8}{3.8} \text{ oder } 7.58 \text{ Kilogr.}$$

Zum Schmieren der gewöhnlichen Maschinentheile wurden verwendet pro Locomotivkilometer

0,25 Kilogr. Oel,

zu den Zahnrädern:

0.085 Kilogr.,

somit pro Tonnenkilometer Widerstand:

$$\frac{250}{3.8} = 66 \text{ Gramm für die Maschine und}$$

$$\frac{85}{3.8} = 22 \text{ Gramm für das Getriebe nnd die Zahnstange.}$$

[3]) Graphische Bestimmung des Zugwiderstandes an Hand des Längeuprofils einer Bahn siehe: Abt, die drei Rigibahnen, pag. 27, Taf. XII u. XIII.

Die Arth-Rigibahn consumirte

pro Locomotivkilometer, pro Tonnenkilometer Widerstand

19.5 Kilogr. Kohlen . . . . 6.0 Kilogr.

245 Gramm } Oel für { Maschine . . . . . . 76 Gramm

107 - } Oel für { Zahnräder . . . . . . 33 -

Die Bahn Rohrschach-Heiden schliesslich weist folgenden Consum auf:

pro Locomotivkilometer, pro Tonnenkilometer Widerstand

15.37 Kilogr. Kohlen . . . . 5.5 Kilogr.

119.4 Gramm Oel für Masch. und Zahnräder 42.6 Gramm.

Unter sonst gleichen Verhältnissen sollten die Zahlen für die Leistungseinheit dieselben sein; doch sind eben die Verhältnisse dieser drei Bahnen wesentlich verschiedene. Hauptsächlich ist es die Construction des Kessels bei den Vitznau-Rigi-Locomotiven, welche einen grösseren Kohlenconsum bedingt. Für alle drei Bahnen gilt aber, dass die Qualität des Brenn- wie des Schmiermaterials eine andere ist, somit schon aus diesem Grunde keine absolute Uebereinstimmung herrschen kann.

Bei einem sorgfältigen und umsichtigen Betriebe und bei Zahnradlocomotiven neuerer Construction dürfen auf einer Lokalbahn als Mittelwerthe pro Tonnenkilometer Widerstand angenommen werden:

5.6 Kilogr. Kohlen,

50 Gramm } Oel für { Maschine

16 - } Oel für { Zahnräder.

Auf einer grösseren Bahn würde natürlich der Consum ein geringerer sein. Doch dürfen diese Zahlen noch nicht direct mit den entsprechenden einer gewöhnlichen Bahn verglichen werden, sondern dieselben sind vorerst um die betreffende Mehrleistung, welche eine Zahnradlocomotive in Folge der Zahnreibung erzeugen muss, zu reduciren, und erst dann kann eine Uebereinstimmung eintreten.

Redtenbacher entwickelt im I. Bande seines Maschinenbaues für näherungsweise Bestimmung der Reibung von Stirnrädern die Formel:

$$\frac{F_m}{Q} = \frac{1}{2} f t \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r}\right)$$

Worin bezeichnet:

F_m den mittleren Werth des Reibungswiderstandes,
Q den Zahndruck,
f den Reibungscoefficienten,
R den Radius des einen,
r denjenigen des anderen Rades,
t die Theilung.

Wollen wir z. B. den Arbeitsverlust berechnen, welchen bei einer Locomotive von Rorschach-Heiden zufolge der Zahnreibung eintritt, so ist zu berücksichtigen, dass derselbe ein doppelter ist, indem er zwischen den beiden Transmissionsrädern einerseits und dem Zahntriebrade und der Zahnstange andererseits eintritt. Da der Durchmesser des kleinen Triebrades = 372^{mm}, des grössern 890^{mm}, des Zahnrades 1050^{mm} und der Zahndruck des letzteren 2800 Kilogr. beträgt, so herrscht zwischen den Transmissionsrädern ein Zahndruck

$$Q_1 = \frac{2800 \times 1050}{890} = 3300 \text{ Kilogr.}$$

Es ist ferner

$$t = 50.8$$

$$f = \frac{1}{10}, \text{ demnach}$$

$$F_m = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times 50.8 \left(\frac{1}{445} + \frac{1}{186}\right) \times 3300$$

= rund 64 Kilogr. d. i. circa

1.94% des Zahndruckes der Transmissionsräder oder

2.28% des Zahndruckes des Triebrades.

Bei dem Reibungsverlust in der Zahnstange beträgt

$$Q_1 = 2800$$
$$t = 100$$
$$R = 525$$
$$r = \infty$$

es fällt somit $\frac{1}{r}$ unendlich klein aus, kann also ganz weggelassen werden, so dass

$$F_m = \frac{Q_1 f t}{2R}.$$

Setzen wir obige Werthe ein, so ergiebt sich abgerundet für

$F_m = 27$ Kilogr. oder

0.96% des Zahndruckes.

Addiren wir hierzu den oben gefundenen Verlust von

2.28%,

so ergiebt sich ein totaler Arbeitsverlust in Folge der Zahnreibungen von

3.24%.

In dem oben angeführten Kohlenquantum zur Ueberwindung eines Tonnenkilometers Widerstand sind also circa $3^1/_4$% inbegriffen, welche die Maschine ausschliesslich wegen ihrer Construction mit Zahnradübersetzung mehr absorbirt, als eine gewöhnliche Locomotive unter denselben Verhältnissen zur Eigenbewegung bedürfte.

Diese Thatsache scheint dem Zahnradsysteme sehr ungünstig zu sein. Doch treten wir näher auf diesen Umstand ein. Die Zahnradlocomotiven, soweit sie einer Concurrenz von Seite der gewöhnlichen Adhäsionsmaschinen ausgesetzt sind, finden Anwendung auf die Steigungen von 30 bis 70‰, im Mittel also auf 50‰. Eine Bahn mit solchen Rampen ist daher die richtige Basis, auf welcher wir eine Vergleichung hinsichtlich der Betriebskosten annehmen müssen.

Wie wir uns aus der graphischen Darstellung der gezogenen Lasten verschiedener Locomotiven auf Tafel LXIX überzeugen können, beträgt auf 50‰ Steigung die effective Totalleistung einer Zahnradlocomotive rund

110 Tonnen,

hiervon entfallen auf die Maschine

16 Tonnen,

welches bloss

14,5% der Totalleistung ausmacht.

Auf gleicher Steigung zieht ein Achtkuppler vom Semmering brutto

150 Tonnen,

wovon für die Maschine sammt Tender absorbirt werden

79 Tonnen oder 53% der Totalleistung.

Schon daraus kann mit Sicherheit geschlossen werden, dass trotz des durch die Zahnräder hervorgerufenen Reibungsverlustes von $3^1/_4$% auf 50‰ Steigung eine Zahnradlocomotive günstiger arbeiten wird, als eine gewöhnliche Adhäsionsmaschine.

Verfolgen wir aber die Sache noch weiter. Der Achtkuppler entwickelt eine mittlere Zugkraft von

8000 Kilogr.

Bei der dem Adhäsionssystem sehr günstigen Annahme, dass eine Tonne Locomotivgewicht einen gleich grossen Widerstand verursache, wie eine Tonne Wagengewicht, absorbirt auf $50^0/_{00}$ die 79 Tonnen schwere Maschine sammt Tender zur Eigenbewegung abgerundet 4400 Kilogr.

Die übrigbleibenden 3600 Kilogr. befördern einen Wagenzug von

65 Tonnen.

Die Zahnradlocomotive mit 6000 Kilogr. Zugkraft beansprucht zur Selbstbeförderung als gewöhnliche Maschine

900 Kilogr.

und als Zahnradlocomotive

$$900 + \frac{6000 \times 3.24}{100}$$, im Ganzen rund

1100 Kilogr.

Das reine Zuggewicht beträgt aber

94 Tonnen.

Wir haben sonach gefunden:

es muss die Adhäsionsmaschine, um einen Zug von 70 Tonnen netto zu befördern, pro Kilometer eine verlorene Arbeit von

4.57 oder pro Tonne eine solche von

$$\frac{4.57}{70} = 0.065$$ Tonnenkilometer leisten,

während die Zahnradlocomotive, um einen Zug von 94 Tonnen zu ziehen, nur

1.10, also pro Tonne bloss

$$\frac{1.10}{94} = 0.0117$$ Tonnenkilometer

verlorene Arbeit beansprucht, d. h. nahezu

6 Mal weniger.

Selbst bei Berücksichtigung, dass die Adhäsionsmaschine sich doppelt so schnell bewegt, die Arbeit zur Förderung eines Zuges somit nur halb so lange dauert als bei der Zahnradlocomotive, bleibt der relative Verlust immer noch

3 Mal geringer.

Gegenüber dem günstigen Einflusse, welchen das geringe Gewicht der Zahnradlocomotiven auf die Zugkraftkosten ausübt, ist somit der durch die Zahnräder hervorgebrachte Reibungsverlust verschwindend klein.

Literatur-Nachweis.

Abt, Roman, Die drei Rigibahnen und das Zahnrad-System. Mit 15 Figurentafeln. Zürich 1877. 4. Orell, Füssli & Comp.

Abt, R., Notizen über Zahnradbahnen. Mit Abbild. Organ für Eisenbahnw. 1878, pag. 1.

Die Arth-Rigi-Bahn in der Schweiz. Mit 20 Illustrationen und einer Karte. Zürich. 8. Orell, Füssli & Comp.

Bergbau-System »Marsh«. Organ für Eisenbahnw. 1868, pag. 89.

Bergerkletterungsvorrichtung »Marsh«. Ebendas. 1870, pag. 123.

Curant, Berth., Die Bergbahnen der Neuzeit. Mit 7 Tafeln Abbildungen. gr. 4. Wien 1876. L. C. Zamarski.

Dingler's polyt. Journal 185. Bd. p. 161,

Engineering 1869, Nov., p. 354.

Heusinger von Waldegg, Die Rigibahn. Organ 1870, pag. 177.

— Die drei Rigibahnen. Ebendas. 1875, pag. 274.

Kahlenberg, Zahnrad-Bahn bei Wien. Ebendas. 1875, pag. 223.

Müller, Ober-Ingenieur, Bericht an die Gemeindebehörden der Städte Freiburg und Neustadt, über die Einstellung der Höllenthalbahn. Freiburg 1877.

Rigibahn, Das erste Betriebsjahr derselben. Ebendas. 1872. pag. 129.

— Das zweite Betriebsjahr derselben. Ebendas. 1873, pag. 126.

Thommen, A., Die Gotthardbahn. Bemerkung zur Reform dieses Unternehmens. Wien 1877. Lehmann und Wentzel.

Die Zahnstangenbahn nach den Ostermundiger Sandsteinbrüchen. Organ für Eisenbahnw. 1876, pag. 52.

Zschocke, O., Die Zahnstangenbahn Rohrschach-Heiden. Ebendas. 1876, pag. 16.

— Tabellarische Zusammenstellung der bis jetzt ausgeführten Local-Bergbahnen mit Zahnstangen etc. Ebendas. 1875, pag. 295.

— Die Anwendung des Zahnschienen-Systems auf die Gotthardbahn. Mit 2 Karten. 4. Aarau 1877. H. R. Sauerländer.

IV. Capitel.

Secundärbahnen im Gebirge.

II. Abtheilung.

Eisenbahnen mit Mittelschienen.

(System Fell.)

Bearbeitet von

H. Sternberg,
Ober-Baurath in Karlsruhe.

(Hierzu Tafel LXXI.)

Die Idee, beim Befahren steiler Eisenbahnstrecken mit Locomotiven die Adhäsion künstlich dadurch zu vergrössern, dass ausser den durch die Schwere belasteten Treibrädern noch andere gegen eine mittlere Schiene gepresste horizontale Treibräder durch die Dampfmaschine der Locomotive getrieben werden sollten, tauchte schon sehr frühzeitig auf. Nach Angabe des Ingenieur-Capitains Henry Whatley Tyler (Civ. Eng. u. Arch. Journal 1838, pag. 13) wurde Vignoles und Ericson eine solche Bahn zum ersten Male im Jahre 1830 patentirt, dann im Jahre 1840 für England dem Ingenieur Pinkus; 1843 nahm Baron Séguier, nachdem derselbe das System der Pariser Akademie der Wissenschaften empfohlen hatte, ein Patent für Frankreich; für England wurde es von Neuem im Jahre 1847 dem Ingenieur Seller unter dem Namen A. V. Newton patentirt.. In Oesterreich wurde im Jahre 1843 durch Leiterberger ein entsprechender Antrag gestellt; 1852 construirte Herr Miani, Werkführer der Maschinenfabrik der damaligen Staatseisenbahn in Mailand, ein Modell hierzu; auch beschrieb 1851 Herr C. Krauss, damals Constructeur, jetzt Director, in der Egestorff'schen Maschinenfabrik zu Linden (Hannover) eine Locomotive mit horizontalen Treibrädern, deren seitliche Pressung durch den Zugwiderstand selbst regulirt werden sollte (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1853, pag. 1.)

Bei der Erbauung des Mont-Cenis-Tunnels waren die italienischen Bahnen bis Susa, die savoischen bis St. Michel geführt worden, und es bestand zwischen den Endpunkten dieser wichtigen für den Weltverkehr bestimmten Eisenstrassen eine durch die Alpenkette eingenommene Lücke von 77 Kilomet. Länge. Die Alpen werden am Mont Cenis durch eine berühmte, zu Anfang dieses Jahrhunderts durch Napoleon I. erbaute, etwa 9 Meter breite Fahrstrasse (Route impériale No. 6) überschritten, welche

renkessel von 39 □ Met. Heizfläche und 6—8 Atmosphären Dampf-Ueberdruck. besass 4 Dampfcylinder: 2 äussere für die 4 Stück $0^m,686$ im Durchmesser grossen rechten Treibräder ($0^m,289$ Durchmesser und $0^m,457$ Hub) und 2 innere für die ück $0^m,405$ im Durchmesser grossen horizontalen Treibräder ($0^m,279$ Durchmesser, 254 Kolbenhub). Der Radstand der verticalen Treibräder war $1^m,601$; der horialen Treibräder $0^m,485$. Der durch Lockenfedern übertragene horizontale Druck die Treibräder betrug 16 Tonnen, also ungefähr so viel als der Gesammtdruck der were, so dass der Adhäsionsgrad der Maschine ungefähr gleich 2 war. Man tadelte lieser Locomotive zunächst ihre Complicirtheit und die Schwierigkeit, sie genau mmenzusetzen und auszubessern; auch war die Verdampfungsfähigkeit zu gering, die inneren Maschinentheile liessen das Oel auf die Mittelschiene tropfen, so dass künstliche Adhäsion oft ungebührlich vermindert wurde.

Eine zweite Locomotive, zum Theil aus Stahl erbaut, wog mit voller Füllung Tonnen, hatte $55^3/_4$ □ Meter Heizfläche und arbeitete mit einem Maximalüberdrucke Dampfes von 8 Atmosphären. Die Dampfmaschine hatte nur 2 Cylinder von $0^m,381$ chmesser und $0^m,405$ Kolbenhub, bewegte die verticalen Achsen der 4 gekuppelten zontalen Treibräder direct, die verticalen Treibräder hingegen durch die rückwär- Verlängerung der Kolbenstange vermittelst eines eingeschobenen Zwischenmechanus. Bei dieser Anordnung mussten natürlich alle 8 Treibräder denselben Durchser ($0^m,606$) erhalten. Der Radstand der vertikalen Treibräder war $2^m,092$, der zontalen Treibräder $0^m,620$. Die Maschine musste später an einzelnen Theilen tärkt werden, schien aber sonst gut zu arbeiten, leistete auch bei ihrer grösseren lampfungsfähigkeit mehr als die vorige. Die horizontalen Treibräder konnten rend des Ganges vom Führerstande her durch ein Schraubengetriebe nach Bedarf en die Mittelschiene gepresst werden. Bei der grossen Schwierigkeit, ja Unmögkeit, die 8 Treibräder auf die Dauer von demselben Durchmesser zu erhalten, s diese Anordnung übrigens durch das dann eintretende Schleifen derselben zu eutenden Arbeitsverlusten führen. Vermehrt wurde dieser Uebelstand noch dadurch, bei der gewählten Anordnung des mit schräg liegenden Schubstangen versehenen hanismus die in gleichen Zeiten von den verschiedenen Rädern durchlaufenen Ronswinkel nicht vollständig übereinstimmten, wodurch schon bei sonst durchaus chen Durchmessern ein Schleifen der Radumfänge, sowie ein sehr unangenehmes en in den Maschinentheilen und dem Rahmen nothwendigerweise eintreten musste. Versuche auf der Probestrecke bei Lanslebourg hatten das Interesse der technischen t lebhaft erregt; auch sahen sich die Regierungen von England, Frankreich, Russ- . und Oesterreich veranlasst, Commissare zur Beobachtung und Berichterstattung hin abzusenden. Wir besitzen in Folge dessen mehrere ausführliche Veröffentngen der beobachteten Resultate, welche niedergelegt sind in folgenden Schriften:

1) Bericht an die Königl. englische Regierung von H. W. Tyler, Capitain des Königl. Ingenieur-Corps, vom 12. Juni 1865;
2) Bericht einer Commission französischer Ingenieure an den Minister der öff. Arbeiten, vom 21. August 1865;
3) Bericht einer Commission österr. Ingenieure an das k. k. Ministerium für Handel und Volkswirthschaft, vom 20. Juli 1865.

Ohne auf die Einzelheiten der Versuche einzugehen, mag hier angeführt werdass bei einer Probefahrt das Gewicht der Maschine (etwa 16 Tonnen) dem Gete des Zuges gleich war und dabei, während der Bergfahrt, Geschwindigkeiten von 1 bis $4^m,72$ in der Secunde erreicht wurden. Der Dampfdruck nahm in allen

Fällen ab, und die Räder schleuderten mehrmals. Die Thalfahrt konnte durch Verwendung gewöhnlicher Blockbremsen an sämmtlichen Wagen mit Sicherheit bewerkstelligt werden.

Bei anderen Versuchsfahrten wurden mit einer Maschine der zweiten Gattung (mit 2 Dampfcylindern) Züge von 25 Tonnen mit etwa 3m,0 und Züge von 18 Tonnen mit etwa 4m,50 Geschwindigkeit in der Secunde mit Erfolg bewegt.

Die Resultate dieser Versuche genügten, um die französische und italienische Regierung von der Ausführbarkeit und Gefahrlosigkeit des Systemes zu überzeugen, in Folge dessen die Unternehmer die Concession zur Ausführung der Linie erhielten.

Am 15. Juni 1868 endlich wurde die Mont-Cenis-Bahn, nach Ueberwindung langdauernder Störungen und Schwierigkeiten, dem Betriebe übergeben. Ueber den Zustand der Bahn und die Art des Betriebes liegen uns 2 werthvolle Berichte vor. Der eine datirt von der Zeit der Eröffnung und ist mitgetheilt in Engineering, Juni 1868 und abgedruckt im Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1868, pag. 210 u. f.; der andere 9 Monate später ist enthalten in einem von den Herren Becker, P. Reinhardt und Rudolf Paulus, am 29. Mai 1869 dem Kgl.-ungarischen Ministerium für öffentl. Arbeiten abgestatteten Gutachten über die Anwendung des Fell'schen Systemes für eine Bahn von Karlstadt nach Fiume. Unter Bezugnahme auf das auf Taf. I, Fig. 1 beigefügte Längenprofil der Bahn hatte die Linie, von St. Michel (Savoyen) aus beginnend, zuerst kurze Steigungen von $^1/_{50}$, $^1/_{20}$, $^1/_{27}$, dann eine lange Strecke von $^1/_{59}$. Auf der Steigung von $^1/_{20}$ wurde die Mittelschiene zuerst verwendet. Nach mehrmaliger Ueberschreitung des Flusses Arc wurde die Wasserstation Lapraz erreicht (40 Minuten Fahrzeit), 15 Minuten später Fourneaux, der Ort, wo die Maschinenwerkstätten für den Tunnelbau lagen; einige Kilometer weiter lag wenig höher Modane, die erste wirkliche Station. Von Modane weiter mit wechselnden, theilweise sehr schroffen Steigungen ($^1/_{12}$ bis $^1/_{45}$) und vielen scharfen Curven ging die Bahn durch wildes Felsenthal und längs tiefen Abhängen am jetzt abgetragenen Fort l'Esseillon vorbei nach der nächsten Station (Verney) Broemans. Wieder wurde die Arc überschritten und mit mässiger Steigung (1 : 111) die Station Termignon erreicht; dann wieder scharfe Curven und Steigungen ($^1/_{14}$) und hierauf $^1/_{33}$ Gefälle bis zur Hauptstation Lanslebourg ($3^1/_4$ Stunden Fahrzeit incl. Aufenthalt). Von hier aus begann die eigentliche Erklimmung des Bergrückens am linken Ufer der Arc auf Zickzacklinien in Steigungen von 1 : 19 bis 1 : 23 unter Verbindung der einzelnen Strecken mit Curven von 40m Radius. Wie schon früher erwähnt, lag die Bahn stets an der Thalseite der Strasse, so dass bei jedem Wechsel in der Zickzacklinie ein Uebergang in der Strassenebene stattfinden musste.

An diesen Stellen wurde die Mittelschiene in all den Zeiten, in welchen Eisenbahnzüge nicht verkehrten, in einen unterhalb der Strasse liegenden Trog versenkt; sie war dort nämlich auf einer Reihe von senkrechten drehbaren Stützen gelagert, welche durch einen Hebel seitwärts umgelegt werden konnten; am tieferen Punkte der Bahn stützte sich bei aufgerichteter Lage die Mittelschiene stumpf gegen die feststehende Schiene der unteren Strecke. Durch Anbringung eines Gegengewichtes erfolgte die Bewegung leicht und sicher; bei scharfen Curven war die bewegliche Schiene in zwei Längen getheilt. Diese Einrichtung bewährte sich durchaus gut.

Die Bahn war gegen Schneefall in der sehr bedeutenden Länge von 12 Kilom. mit einer mehr oder weniger festen tunnelartigen Behausung versehen worden; sie begann bereits am Gipfel der 2. Zickzackstrecke und wurde von der 4. ab sehr häufig. Die Umbauung bestand an den Stellen, wo Lawinenstürze zu erwarten waren, aus

sehr festen Steingewölben, überall sonst aus einem leichten mit Brettern verschalten Holzgerüste mit eiserner Wellblechbedachung. Obgleich für Seitenöffnungen in der Verschalung, sowie für gallerieartige Durchbrechungen der Gewölbe gesorgt war, so erwies sich doch die Ventilation bei der sehr geringen Höhe der Bauwerke als unzureichend. Um die Reisenden vor Rauch zu schützen, mussten die Wagenfenster dicht geschlossen werden; die Luft im Inneren der Wagen wurde unerträglich heiss und belästigend.

Die Holz- und Blechbekleidungen waren der Zerstörung durch Wind und Rauch ausgesetzt und schützten nicht genügend, so dass zur Winterszeit mehrfaches Ausräumen des Schnees nothwendig wurde. Der nächste Haltepunkt war das Zufluchtshaus No. 23 der Strasse, wo eine Wasserstation eingerichtet war; von hier aus stieg die Bahn noch schroffer $\left(\frac{1}{13,6}\ \frac{1}{12,5}\right)$ und erreichte dann nach etwa weiteren 5 Kilom. den höchsten Punkt La Frontière, die Grenze zwischen Frankreich und Italien bei 2126^m Meereshöhe (5 Stunden Fahrzeit). Der Südabhang des Mont Cenis ist viel schroffer als der Nordabhang; die nächste 6,4 Kilom. vom Gipfel entfernte Station der Bahn war La Grand' Croix. Von dort ab bis Susa, etwa 21 Kilom., nahm die Linie wiederum einen Zickzackweg ein, benutzte aber einen früher als Strasse befahrenen, mit festem Gewölbe bedeckten Weg; sie stieg ein breites herrliches Alpenthal hinab, an dessen Ende die lombardische Ebene erscheint. Die Gefälle sind hier $\frac{1}{12,3}$, $\frac{1}{14,8}$, $\frac{1}{25}$, $\frac{2}{12,8}$, $\frac{1}{25,6}$. Vor Susa lag die Station St. Martin, von da ab wieder Gefälle $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{37}$, endlich $\frac{1}{100}$. Die Gesammtfahrzeit betrug 7 Stunden 9 Minuten, wovon 2 Stunden 19 Minuten auf die verschiedenen Aufenthalte kamen, sodass 4 Stunden 50 Minuten reine Fahrzeit übrig blieben. Zu erwähnen ist, dass zwischen Grand' Croix und Susa noch 2 Wasserstationen lagen, die jedoch nur bei der umgekehrten Fahrrichtung in Gebrauch kamen. Bei der Thalfahrt waren die Bremsen in fortdauernder Thätigkeit, und der Steuerungshebel der Locomotive stand theilweise rückwärts, während durch ein kleines Rohr Dampf in die Cylinder geleitet wurde. Maschine sowohl als sämmtliche Wagen besassen ausser den gewöhnlichen Backenbremsen für die vertikalen Räder noch solche, welche seitlich die Mittelschienen umfassten; es schien jedoch, dass die ersteren allein schon im Stande waren, die Beschleunigung des Zuges zu verhindern.

Die im Vorhergehenden beschriebene erste Fahrt auf der Mont-Cenis-Bahn wurde ausgeführt mit einer nach dem zweiten System (mit nur 2 Dampfcylindern) von Gouin & Co. in Paris erbauten Locomotive mit 62 □Meter Heizfläche; die Cylinder hatten $0^m,381$ Durchmesser und $0^m,406$ Hub; Durchmesser aller 8 Räder $0^m,711$; der Achsstand der 4 vertikalen Räder war $2^m,28$, Spurweite $1^m,10$; Gewicht der Locomotive leer $18^1/_2$ Tonnen, mit Füllung etc. 22 Tonnen. Der Zug bestand aus zwei Güterwagen und 1 Personenwagen I. Classe. Die 4rädrigen Güterwagen wogen je 2708 Kilogr. mit 5000 Kilogr. Last und besassen noch ein Paar Leiträder für die Mittelschiene. Der Personenwagen war $4^m,75$ lang und $2^m,01$ breit, hatte, wie alle übrigen für die Bahn bestimmten, 2 Paar Räder von $0^m,70$ Durchmesser und $1^m,83$ Achsstand und trug ebenfalls ein Paar Leiträder für die Mittelschiene am thalwärts gerichteten Ende des Wagens; ein zweites Paar Leiträder war entfernt worden, damit die engen Curven besser durchlaufen werden konnten.

Einige Berichte sprechen davon, dass von jedem Räderpaar das eine Rad lose, das

zugehörige andere fest auf der Achse sass; andere Berichte schweigen von dieser wesentlichen Eigenschaft. Bemerkenswerth war jedenfalls die Leichtigkeit, mit welcher der Zug die sehr engen Curven durchfuhr; man hörte jedoch während des Durchfahrens einen von Rädern und Schienen hervorgerufenen metallischen Klang. Jeder Wagen besass, wie erwähnt, 2 Bremsen, die eine für die Laufräder, die andere für die Mittelschiene. Je nach der Wagenclasse konnten 12—16 Personen in jedem Wagen Platz haben. Die Wagen hatten centrale Buffer- und Stossapparate und wogen leer 3415 Kilogr. Der Zug wog demnach im Ganzen

1) Maschine . . . . . = 22 Tonnen,
2) 2 Güterwagen . . = 5,4 -
3) 1 Personenwagen . = 3,4 -
4) Personen und Ladung = 8,25 -
39,05 Tonnen.

Während die eben beschriebene Fahrt unter günstigem Wetter im Juni 1868 stattfand, fallen die im Berichte der Herren Becker, Reinhardt, Paulus erwähnten Fahrten in die feuchte und für die Adhäsion ungünstige Zeit des 10. und 11. April 1869. Der Betrieb war vollständig geregelt; alle Bahnhofeinrichtungen trugen natürlich das Gepräge der wohlfeilsten provisorischen Bauten, wie es der kurzen Dauer der Bahn angemessen war. Von den vorher beschriebenen Locomotiven von Gouin & Co. mit 2 Cylindern besass die Bahn 12 Stück; es waren aber ausser den früheren 4rädrigen Wagen auch solche mit 6 Rädern beschafft worden, namentlich für Personenverkehr; aber auch für Güter beabsichtigte man 6rädrige Wagen einzustellen. Diese 6rädrigen Wagen hatten verschiebbare Mittelachsen und lose Räder, sowie Leiträder an den Mittelschienen. Die Leichtigkeit, mit welcher die engen Curven durchfahren wurden, und die unbedeutende Abnutzung der Spurkränze wurden besonders hervorgehoben.

Die 6rädrigen Personenwagen wogen leer 5,5 Tonnen und fassten 24 Personen.

Die 4rädrigen Güterwagen, für 5 Tonnen Nettolast bestimmt, wogen je nach der Bauart 2200 bis 2900 Kilogr. mit Bremsen, ohne Bremsen 300 Kilogr. weniger.

Ein Zug, welcher um 6 Uhr 20 Min. früh Susa verliess, bestand aus 2 Gepäckwagen, 3 sechsrädrigen und 2 vierrädrigen Personenwagen mit 100 Reisenden und wog ohne Maschinen 36 Tonnen; er wurde mit 2 Maschinen befördert. Die Treibräder gelangten jedoch an den grössten Steigungen ($^1/_{12}$) häufig ins Schleudern, so dass der Zug mehrmals stille stehen musste. In St. Martin wurde der Zug in 2 Theile getheilt, deren jeder 18 Tonnen schwer war; auch dann noch schleiften die Räder, und es gelang nur nach vielem Aufenthalt, den Zug in die nächste Station la Grand' Croix zu bringen.

Am folgenden Tage bestand der Zug, welcher wie der oben beschriebene ebenfalls von Susa nach St. Michel ging, aus 1 Gepäckwagen, 2 sechsrädrigen und 2 vierrädrigen Personenwagen, führte 72 Reisende und hatte ein Bruttogewicht (ausschliesslich Maschine) von 27,5 Tonnen; er wurde nur mit einer Locomotive versehen. Dieser Zug konnte nur mit grösster Mühe und unter fortgesetztem Schleifen der Räder, wobei er mehrmals zum Stillstande kam, über die stärkste Steigung befördert werden. Auf der halben Strecke zwischen den Stationen Bard und La Grand' Croix, in einer langen gedeckten Gallerie, trat ein derartiges Schleifen der Räder ein, dass der Zug in 2 Theile getheilt und jede Hälfte von etwa 15 Tonnen einzeln befördert werden musste, und selbst hierbei nicht ohne wiederholtes Schleifen. Die Adhäsion war durch den feuchtschlammigen und fettigen Ueberzug der Schienen offenbar auf einen sehr geringen Grad herabgesunken.

Die Commission erkannte wohl, dass sie zu ihrer Bereisung eine für die Leistung der Mont-Cenis-Bahn sehr ungünstige Zeit gewählt hatte; sie konnte aber doch unter Benutzung der bisherigen Betriebs-Resultate erkennen, dass im Durchschnitt die Maschinen nur im Stande waren, einen Zug vom Gewicht der Locomotive selbst zu befördern. Die Ursache bestand zum Theil in der unzureichenden Stärke der Central-Treibräder und deren Unterstützung, welche nur erlaubte, einen Gesammtdruck auf die Mittelschienen von höchstens 12 Tonnen auszuüben; sie bestand ferner in der verminderten Adhäsion, herbeigeführt durch das herabtröpfelnde Oel auf die Mittelschiene. Beide Ursachen können jedenfalls durch Constructionsverbesserungen gehoben werden.

Beim Abwärtsfahren wurde die Zuggeschwindigkeit durch die doppelten Bremsvorrichtungen selbst in den schroffsten Gefällen mit Sicherheit in den nöthigen Grenzen gehalten, wenn auch die Radreifen sich sehr erhitzten.

Auf der Strecke zwischen Lanslebourg und St. Michel, welche günstigere Steigungen zeigt, wurden die Züge theilweise mit Locomotiven ohne Centralapparat befördert; die Züge hatten ein Bruttogewicht von 18 bis 24 Tonnen, je nach dem Witterungszustande, während bei gutem Wetter und mit Hülfe der Centralräder Züge von 34 Tonnen Zuggewicht geschleppt werden konnten.

Nach diesen Angaben übersieht man leicht, dass die Leistungsfähigkeit der Mont-Cenisbahn nur eine sehr geringe war. Da jeder Zug eine Bruttolast von etwa 20 bis 22 Tonnen oder im günstigsten Falle etwa 14—16 Tonnen Nettolast befördern konnte, so war die tägliche Leistung, unter Annahme von 10 Güterzügen nach jeder Richtung, nur 140—160 Tonnen im Tage, abgesehen von allen Störungen, die bei der Neuheit des Systems und der Unwirthlichkeit des Klimas unausbleiblich waren.

Die Betriebskosten betrugen im Jahre 1869 pr. Zugkilometer 5,15 Frcs., wovon auf die Bahnunterhaltung 1,00 Frcs. und auf die Zugbeförderung 3,40 Frcs. entfielen. Der Brennmaterialienverbrauch betrug pr. Zugkilometer 19 Kilogr., wobei in den grössten Steigungen etwa 4 Tonnen Zugkraft entwickelt wurden. Vergleichungsweise und zur Beurtheilung der Güte der Maschinen sei erwähnt, dass für dieselbe Einheit auf der Semmeringbahn 16 Kilogr. und auf der Brennerbahn 20 Kilogr. verbraucht werden, bei 6 Tonnen Zugkraft.

Das Anlagekapital der Mont-Cenis-Bahn war auf 8,000000 Frcs. oder bei 77 Kilomet. Länge auf 104,000 Frcs. pr. Kilom. veranschlagt worden. Hierbei wurde von jedem Reisenden ein Fahrgeld von 18—27 Frcs., je nach der Wagenclasse, erhoben und pr. Tonne Eilgut 77 Frcs., pr. Tonne gewöhnliches Frachtgut 20—40 Frcs. Die Ausbeutungszeit war auf 7—8 Jahre berechnet, und hoffte die Eisenbahngesellschaft unter diesen Annahmen ein gutes Geschäft zu machen. Das ist aber offenbar nicht eingetreten. Die Eröffnung der Bergbahn erfolgte erst im Juni 1868, die Eröffnung des Mont-Cenis-Tunnels, mit welcher die Concession überhaupt erlosch, dagegen schon im September 1871, so dass der Betrieb nur $3^1/_4$ Jahre dauerte. Die Gesellschaft hatte den Gesammttransport aller Güter über den Berg übernommen, fand es aber doch für vortheilhaft oder nothwendig, einen Theil der Güter über die Fahrstrasse mit gewöhnlichen Fuhrwerken zu befördern.

Trotzdem konnte Herr Fell sich im Jahre 1870 nach $2^1/_4$jährigem Betriebe mit Recht rühmen, dass er auf der Mont-Cenis-Bahn mehr als 320,000 Zugkilometer zurückgelegt (durchschnittlich nach jeder Richtung 3 Züge in einem Tage) und 100,000 Reisende zwischen Frankreich und Italien befördert habe, ohne irgend ein -liches Ereigniss beklagen zu müssen. Die Indische Post war stets zu

abgeliefert worden und hatte sogar einmal auf der Bahn $1\frac{1}{2}$ Stunden verlorener Zeit wieder eingebracht.

Es unterliegt nun zwar keinem Zweifel, dass das System einer Bergbahn mit der Mittelschiene zu einer im Vergleiche mit der Mont-Cenis-Bahn grösserer Leistungsfähigkeit ausgebildet werden kann; die hier gewählte enge Spurweite von $1^m,10$ kann zunächst auf die Normalspur von $1^m,435$ erweitert, die Kraftentwickelung der Locomotive vergrössert werden. Immerhin aber bleibt die Transportfähigkeit einer solchen Bahn klein und das System unfähig, ein Glied einer grossen Bahn zu werden, auf welcher jährlich gewaltige Massen befördert werden sollen. Die Verwendung gewöhnlicher Eisenbahn-Fahrzeuge auf solchen Bahnen würde stets bedenklich sein, selbst wenn die Curven entsprechend weit gewählt würden; ein zweimaliges Umladen aller Güter aber beim Ein- und Austritt an der steilen Strecke muss geradezu unthunlich erscheinen. Die Erbauungskosten einer steilen Bahn, um einen Bergrücken zu übersteigen oder um eine Hochebene zu erklimmen, werden zwar im Allgemeinen kleiner, oftmals sehr viel kleiner, als die für Durchbrechung des Bergrückens durch einen Tunnel oder für Entwickelung der Bahn zu einer geringeren mit freier Locomotive ohne künstliche Mittel und besondere Transportwagen zu befahrenden Steigung; aber diese grösseren Ausgaben werden oftmals reichlich aufgewogen durch die geringeren Betriebs und Unterhaltungskosten und durch die unbeschränkte Leistungsfähigkeit. Bei wachsendem Verkehr gewinnen solche Bahnen, da die grossen Erbauungskosten sich auf grössere Transportwagen vertheilen, die steilen Bahnen mit ungünstigen Betriebs- und Unterhaltungskosten bleiben hingegen unter solchen gesteigerten Ansprüchen im Nachtheil, weil die Unkosten dem Transporte proportional wachsen, zumal noch, wenn durch irgend welche Concurrenzverhältnisse die Fahrpreise ermässigt werden müssen.

Es ist demnach leicht verständlich, dass die früher erwähnte Commission dem ungarischen Ministerium nicht empfehlen konnte, eine Strecke der Bahn von Fiume nach Carlstadt, welche den Hauptverkehr aus dem Inneren des produktenreichen Ungarns mit dem adriatischen Meere vermittelt, unter Benutzung einer schon bestehenden steilen Strasse mit dem Fell'schen System zu versehen, sondern den wohlbegründeten Rath ertheilte, diese beiden Bahnpunkte durch eine Linie mit 20—25‰ Steigung zu belegen und diese mit freien Locomotiven zu betreiben.

Handelt es sich dagegen um die Herstellung von Luxusbahnen mit ganz überwiegendem Personenverkehr bei ausserordentlich hohen Fahrpreisen, oder um Bahnen in steilen Gebirgen mit kleinem und in sich abgeschlossenem Güterverkehr, so kann eine Bahn mit Mittelschiene, ebenso wie solche mit irgend einem Zahnradbetriebe von grosser Bedeutung werden, besonders noch dann, wenn die klimatischen Bedingungen günstig sind und die Baukosten bei der Möglichkeit, sich den Oberflächen der Gebirge eng anzuschliessen, sehr gering werden.

Unter solchen Verhältnissen ist im Jahre 1870 nach dem Fell'schen System unter dessen Mitwirkung von dem Concessionär und Unternehmer Dr. Bern. Cl. Pinto eine Bahn in Brasilien erbaut worden; sie beginnt an dem Bahnhofe der Canta Gallo-Eisenbahn in Canta Gallo, einer etwa 100 Kilom. nördlich von Rio Janeiro gelegenen Stadt, überschreitet einen Gebirgszug (die Organkette) in einer Höhe von 914^m über der Höhe des Bahnhofes, endigt bei der Stadt Neu-Freiburg und ist im Ganzen etwa 32 Kilom. lang. Die Bahn ist bestimmt, die Ausbeute der grossen Kaffeeplantagen, welche früher mühsam durch Maulesel über Saumpfade geschleppt wurde, über das Gebirge in die niedriger gelegenen Länder und in den Bereich der nach Rio Janeiro führenden Hauptbahn zu bringen. Die Hälfte dieser Strecke befindet sich unter ähn-

lichen Steigungen ($^1/_{20}$ bis $^1/_{12}$) und Krümmungen (40^m bis 100^{mm} Radius), wie die Mont-Cenis-Bahn; auch ist für sie dieselbe enge Spurweite von $1^m,10$ beibehalten worden. Es besteht jedoch zwischen beiden Bahnen ein grosser Unterschied, insofern letztere mit dauerhaften, gut construirten Einrichtungen versehen und der Bahnkörper gänzlich neu hergestellt wurde. Die Brasilianische Bahn hat den Vortheil, unter einem milden Klima zu liegen, braucht daher keinerlei Schutzmittel zur Abwehr von Schnee und Sturm und konnte von den bei der Mont-Cenis-Bahn gemachten Erfahrungen in Bezug auf Construction des Bahngestänges, der Locomotiven und Wagen den besten Nutzen ziehen. Bei den Locomotiven ist man wieder, wenn auch in verbesserter Gestalt, auf das erste bei der Mont-Cenis-Bahn verwendete System zurückgegangen, die äusseren Treibräder mit einem besonderen, die inneren Treibräder mit einem anderen von ersteren unabhängigen Dampfcylinderpaare zu betreiben, wodurch das schädliche Schleifen und ungleiche Arbeiten der Treibräder und das Zerren in den Maschinentheilen gänzlich gehoben wird. Die Maschinen sind von Manning, Wardle & Co. erbaut, haben vier gekuppelte Räder von $0^m,71$ Durchmesser und $2^m,13$ Radstand; Schieberkasten und Cylinder liegen aussen. Die beiden horizontalen Räderpaare haben $0^m,56$ Durchmesser und liegen zwischen den Achsen der vertikalen Räder. Sie stecken auf den unteren Enden von gekröpften Kurbelachsen, und ihre Lager werden durch Reihen von Spiralfedern mit etwa 40 Tonnen gegen die Mittelschiene gedrückt. Die Regulirung dieser Federpressungen kann vom Fussbrette durch eine Welle mit Schneckenrad geschehen. Die beiden Dampfcylinder der horizontalen Räder liegen unter der Rauchkammer vertikal übereinander und mitten zwischen den Rahmen; sie sind mit dem Schieberkasten aus einem Stücke gegossen und messen $0^m,356$ im Durchmesser bei $0^m,304$ Hub. Die Kreuzköpfe sind sehr lang und liegen transversal von einem Rahmen zum anderen. An den Enden sind je eine Kurbelstange angebracht, welche an die obere und untere Kurbelkröpfung der beiden vertikalen Vorderachsen angreifen. Die Kröpfe ein und derselben Vertikalachse stehen in einem rechten Winkel gegen einander, und die Achsen ein und derselben Seite der Mittellinie sind durch gewöhnliche Kuppelstangen mit einander verkuppelt. Die Excenter sitzen an den oberen Enden der vorderen vertikalen Achsen, und arbeitet das eine Paar der einen Seite auf den Schieber des oberen, und das Paar der anderen Seite auf den Schieber des unteren Cylinders. Das Ausströmungsrohr dieser Cylinder endigt concentrisch um dasjenige der äusseren Cylinder. Die sämmtlichen Räder sammt ihren Bandagen sind von Stahl, ebenso die verschiedenen beweglichen Theile und die Rahmen, um die Maschine möglichst leicht zu halten. Die Locomotive wiegt im Dienstzustande ungefähr 30 Tonnen; der Kessel hat 71,7 $\square^m$ Heizfläche und soll mit 9 Atm. Dampfspannung arbeiten. Die Wasserkasten sind zur Seite des Kessels, aber hoch oben angebracht. Die Bremse wirkt als gewöhnliche Blockbremse sowohl auf die vertikalen Räder, wie auch auf die Mittelschiene. Im Juni 1872 wurde eine solche Maschine auf einer der Canta-Gallo-Bahn entsprechenden Strecke, einer verlassenen Seilebene, der Pickering-Malton-Zweigbahn der North-Easternbahn in England, zur vollen Zufriedenheit versucht. Bei trockenem Wetter war der durch die Maschine überwundene Zugwiderstand $6^3/_4$ Tonnen, etwa gleich $^1/_5$ des Locomotivgewichtes.

Es werden entweder 6rädrige lange Wagen mit radial gestellten Achsen, oder solche mit 2 kurzständigen Schemelwagen und langen Kasten nach amerikanischem Systeme verwendet werden. Das Bahngestänge weicht von dem der Mont-Cenis-Bahn nur wenig ab; die Stühlchen für die Mittelschiene sind kräftiger gehalten. Nach Angaben von Fell (Engineer 1870, pag. 229) wären die Kosten zur Errichtung einer Bahn mit freien Loco-

motiven in einer Steigung von $^1/_{30}$ doppelt so gross, als die mit einer Mittelschiene auf den starken Steigungen (300,000 £) geworden und hätte eine solche mit Aussicht auf Rentabilität gar nicht erbaut werden können.

Für eine andere Bahn mit Mittelschiene in Ostindien vom Hafen Karwar nach Hooblee, in den südlichen Mahrattastaaten, sind die Vorarbeiten und Vermessungen gemacht worden. Diese etwa 150 Kilom. lange Linie übersteigt die Gebirgsketten Arbyle und Kyga Ghâto in Steigungen von 1 : 20 auf 16 Kilom. Länge; die Bahn soll 1^m,06 Spur haben und würde um die Hälfte billiger herzustellen sein, als mit einer Entwickelung zu einer Maximalsteigung von 1 : 37 mit freiem Locomotivbetrieb. Ausserdem stand Fell in Unterhandlungen mit der italienischen Regierung, in Bezug auf Ausführung seines Systems bei einer Eisenbahn vom adriatischen Meere nach Macerata, dann für eine Apenninenlinie von Florenz nach Foligno und von Florenz nach Faenza, endlich für 3 Zweigbahnen in den Neapolitanischen Provinzen; ferner mit der französischen Regierung für eine Bahn von Chambery nach St. André du Gaz und direct nach Lyon über den Col de l'Epine, mit der schweizerischen Regierung für eine Bahn über den Simplon und mit der spanischen Regierung für Bahnen von Leon nach Corunna und Give.

Ueber den Verlauf dieser Verhandlungen ist ein Näheres nicht bekannt geworden. [4])

Die Bahnen mit einer Mittelschiene und künstlicher Adhäsion sind als Locomotivbahnen auf steilen Strecken den Nachtheilen des Locomotivbetriebes unterworfen, welche im XVII. Capitel des ersten Bandes dieses Werkes überhaupt nachgewiesen wurden. Den Zahnstangenbahnen (Marsh, Riggenbach, Wetli) gegenüber ist die Mittelschienenbahn insofern noch im Nachtheil, als durch die grossen Pressungen der horizontalen Räder schädliche Reibungsarbeiten erwachsen, von welchen jene befreit sind. Dagegen ist das Bahngestänge selbst einfacher und kunstloser und der Störung durch Zufälligkeiten, z. B. durch Schnee und Eis, weniger unterworfen als bei jenen, auch scheint die Gefahr gegen Entgleisen des Zuges bei der Fell'schen Bahn geringer, als bei einem anderen System zu sein. Da die Uebertragung der Kraft der Dampfmaschine unmittelbar erfolgt, ohne Zwischenmechanismen, wie bei der Rigibahn, so ergiebt sich daraus, dass die Fell'sche Bahn zur Ueberwindung sehr bedeutender Gefälle, für welche die Zuggeschwindigkeiten auch sehr klein werden müssen, sich weniger eignet, als das System der Zahnstangenbahnen.

In der Tafel LXXI, Fig. 2^a, 2^b u. 2^c ist die 2 cylindrische Locomotive der Mont-Cenis-Bahn und in Fig. 3^a, 3^b und 3^c die 4 cylindrische Locomotive der Canta-Gallo-Bahn in Vorderansicht, Längenschnitt und Grundriss in ihren Hauptanordnungen dargestellt worden. Eine Ansicht der Maschine ist dargestellt in Engineering 1872, Juli, pag. 5.

---

[4]) In Frankreich ist das Fell'sche System mit kleinen unwesentlichen Abänderungen unter dem Namen System Geoffrey auf der Departementsstrasse Nr. 4. in der Nähe von Pouilly-sous-Charlions ausgeführt worden. Die Bahn hat gewöhnliche Spur und $25^0/_{00}$ Steigung. Die Bahn hat pr. Kilom. einschliesslich Betriebseinrichtungen 68600 Frcs. gekostet, die Gesammtausgaben pro Tag und Kilom. betragen 39 Frcs. Die Tarife sind denen auf gewöhnlichen Bahnen gleich.

Literatur-Nachweis.

Organ für die Fortschritte d. Eisenbahnwesens.
1843, p. 1—10 und Taf. I, II. C. Krauss, Neue Locomotive für starke Steigungen;
1864, p. 158.
1866, p. 77—80. Die provisorische Eisenbahn über den Mont Cenis (Nach Civil Eng. und Arch. J. Aug. 1865);
1866, p. 236—237. Fell's Locomotive für den Mont Cenis mit Abbildung auf Taf. XVIII (Nach Mém. d. Ing. civiles 1865, p. 503);
1867, p. 50—51, Taf. V. Hanhart, Gelenkverbindung der Achsbüchsen von sechsrädrigen Eisenbahnfahrzeugen für die Mont Cenis-Ueberschienung;
1868, p. 219. Grosse, Die Mont Cenis-Bahn mit Zeichnung des Längenprofils (Beschreibung nach Engineering 1868, Juni);
1869, p. 236, Taf. XV. Bremse von den Wagen der Mont-Cenis-Bahn (nach Engineering 29. Mai 1867);
1872, p. 174. Mittelschienen-Locomotive für die Canta-Gallo-Railway (nach Engineering 1870, Nr. 771);
1873, p. 81. Fell's Locomotive für die Canta-Gallo-Eisenbahn (nach Engineering Juli 1872).
Zeitschrift des Oesterr. Arch.- und Ing.-Ver.
1865, p. 167—174. Fölsch, Die Eisenbahn über den Mont Cenis (Uebersetzung des Berichtes des Capt. Tyler an die englische Regierung);
1866, p. 1—6 und 4 Blatt Zeichnungen. Die Mont Cenis-Bahn, Auszug aus einem Bericht an das k. k. Ministerium für Handel etc.;
1867, p. 193. Die Mont Cenis-Bahn;
1870, p 167—181, 187—195; Ernest Pontzen, Ueber die Verbindung zweier durch einen Gebirgszug getrennter Eisenbahnen. Abhandlung, geschrieben im Auftrage des österr. Handelsministers, mit Bezug auf die Erbauung d. Arlbergbahn;
1874, p. 213—218. C. Maaden, über Bergbahnen.
Zeitschrift des Arch.- und Ingen.-Vereins zu Hannover.
1869, p. 9. Buresch, Die Fell'sche Eisenb. über d. Mont Cenis.
Zeitschrift für Bauwesen.
XVI, p. 106, 305; — XVII, p. 291; — XIX, p. 129.
Deutsche Bauzeitung.
1870, p 38. Kaselowsky, Die Mont Cenis-Bahn;
1870, p. 373. Fell'sche Gebirgsbahn;
Deutsche Industriezeitung 1865, p. 313; 1870, p. 448.
Der praktische Maschinenconstructeur 1875, p. 118, Beschreibung und Zeichnung.
Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1865, p. 650.
Dingler's polyt Journal 177, p. 432.
Polyt. Centralblatt 1866, p. 353.
Civil engineers and arch. journal.
1865, Aug., p. 234. Railway over the Mont-Cenis (Bericht des Capt. Tyler);
1868, Jan.,p. 13-17. Capt. Henry Whatley Tyler, The working of steep gradients et sharp curves on railways;
1868, April, p. 103—108. Dasselbe, Entgegnung auf vorstehenden Aufsatz;
Engineering.
1867, Mai, Wagenbremse;
1868, Juni, p. 598—600 und 620—621. The Mont-Cenis-Railway. Beschreibung der Eröffnungsfahrt;
1870, Sept., J. B. Fell, On the application of the central rail system to a railway in Brazil and to other mountain lines etc.:
1870, Oct., desgl. Mid-rail Locomotive, Canta-Gallo-railway;
1872, Juli, p. 429. The centre-rail-system, Locomotive der Canta-Gallo-Bahn.
Mechanics Magazine. N. S. V. 10, p. 642; 17. p. 164. Versuche mit der Fell'schen Locomotive zwischen Susa und St. Michel.
Nouvelles annales de la Construction 1867, p. 84 und 1868, p. 63 (mit Zeichnungen). Oppermann, le chemin de fer supérieur du M. C.
Annales des ponts et chaussées.
T. 11. 1866, 1. Sem., p. 95—125, mit Zeichnungen Conte etc. Rapport au ministre de l'Agriculture etc., sur les expériences faites sur le chem. d. fer d. S. Michel à Suze sur l. route Imp. Nr. 6.
1871, 1. p. 367. Chemin de fer à rail central. Kurze Beschreibung der Canta-Gallo-Bahn nach Engineering 1870;
Manuscript (nicht im Buchhandel) Wien 1869; Becker, Reinhardt, Paulus, Gutachten über die Anwendung des Fell'schen Systemes für die Bahn von Carlstadt nach Fiume.
Desbrière, Etudes sur la locomotive au moyen du rail central, 1865.
Beer, Ch., und Syroczinski, L., Chemins de fer d'interêt local, Liège 1871; ein Auszug mitgetheilt durch Klose in d. Zeitschr. d. Arch.- und Ing.-Ver. zu Hannover. 1871, p. 284.
Fliegner, A., Die Bergbahn-Systeme vom Standpunkte der theoretischen Maschinenlehre. Zürich 1878. (§ 4. Das System Fell p. 22—30.)

IV. Capitel.

Secundärbahnen im Gebirge.

III. Abtheilung.

Secundärbahn nach System Wetli von Wädensweil nach Einsiedeln.

Bearbeitet von

H. Sternberg,

Ober-Baurath in Karlsruhe.

(Hierzu Tafel LXXIV, Fig. 1a bis 1c und 2 Holzschnitten.)

Im Jahre 1868 ist durch den schweizerischen Ingenieur K. Wetli eine eigenthümliche Art von Zahnstangenbahnen mit Locomotivbetrieb in Vorschlag gebracht und durch eine Schrift: »Grundzüge eines neuen Locomotivsystems für Gebirgsbahnen, mit Bezugnahme auf die Schweizerische Alpenbahnfrage, Zürich, Verlagsmagazin, J. Schabelitz«, ausführlich erörtert und einer eingehenden statischen und finanziellen Berechnung unterzogen worden. Das Wesentliche des nach dem Erfinder benannten Systemes ist darin zu suchen, dass in der Ebene der Fahrschienen und zwischen ihnen fest mit dem Gestänge verbunden grosse Zähne in regelmässigen Entfernungen von einander angebracht sind. Jeder Zahn besteht aus einem Paar gradliniger Schienenstücke, welche, um etwa 25° zur Bahnachse geneigt, einen symmetrisch gestalteten pfeilförmigen Körper bilden und den ganzen Raum der Eisenbahn zwischen den Schienen einnehmen. Ein folgender Zahn beginnt an einer Stelle der Bahn, wo der vorhergehende noch zum Theil vorhanden ist, so dass die Zahnstange an den Grenzen der einzelnen etwa $1^{m},20$ langen Zähne im Querschnitte durch zwei schräge Schienenpaare gebildet wird. Das zu solcher Zahnstange gehörige Zahnrad (vom Erfinder wohl nicht ganz passend Felgenrad genannt) besteht aus einem cylinderförmigen Eisenkörper von einer Länge gleich der Spurweite und mit Zähnen versehen, welche in der Abwälzung die Zahnlinien der Zahnstange ergeben müssen. Man sieht hieraus, dass die Zahnvorsprünge des Zahnrades zwei symmetrisch zu einander geneigten, rechts und links gewundenen Schraubenlinien von entsprechender Steigung folgen und dass die Entfernungen der Zähne in den Umfang genau aufgehen müssen. Wetli hatte im ersten Entwurfe Räder mit nur 2 Zähnen, später verwendete er solche mit 3 Zähnen von etwa $0^{m},90$ Theilung.

Die Wetli'sche Locomotive hat natürlich dieses Zahnrad oder Schraubenrad in Bewegung zu setzen und solcherart die Eisenbahnzüge zu befördern. Besonders hervorzuheben ist nun, dass die Wetli'sche Locomotive ausserdem noch gewöhnliche Treibräder besitzt, welche durch Adhäsion wirken. Sämmtliche Räder, Treibräder sowohl als Schraubenrad, hängen durch Kuppelstangen in solcher Weise zusammen, dass sie gleiche Umdrehungen machen müssen.

Unter der Voraussetzung der vollkommenen Festigkeit und Unveränderlichkeit sowie einer genauen Herstellung des Zahnstangenapparates entwickelt sich ein Spiel der Kräfte und Widerstände in den verschiedenen Organen des Mechanismus, welches zunächst einer näheren Betrachtung bedarf.

Es ist bekannt, dass die Treibräder einer gewöhnlichen Locomotive, welche die Arbeitsleistung der Maschine allein durch die Adhäsion an den Schienen bewerkstelligen, selbst wenn die entwickelte Zugkraft geringer als die Adhäsion ist, sich häufiger umdrehen, als einer einfachen Abrollung derselben entspricht. Es erfolgt demnach zwischen Treibrad und Fahrschiene jedesmal ein Gleiten, welches um so bedeutender wird, je mehr die entwickelte Zugkraft sich der Adhäsion nähert. In demselben Augenblick, in welchem beide Grössen einander gleich sind, oder der Zugwiderstand überwiegt, gleiten die Treibräder vollständig (sie schleudern), ohne den Zug vorwärts zu bewegen, vorausgesetzt, dass der Dampfdruck auf die Kolben der Maschine überhaupt ausreichend gross ist. Die Gesetze dieses Gleitens sind noch durchaus nicht genügend bekannt; sicher scheint nur zu sein, dass das Gleiten an der Grenze der Gleichheit zwischen Adhäsion und Zugwiderstand ausserordentlich rasch zunimmt und dass die Treibräder keine Zugkraft, sondern einen Zugwiderstand hervorbringen, wenn sie durch irgend eine Ursache gezwungen werden, in umgekehrtem Sinne zu gleiten, d. h. wenn sie langsamer umgedreht werden, als ihrer einfachen Abrollung entspricht.

Denkt man sich nun die Treibräder einer Locomotive mit einem Wetli'schen Schraubenrade in der Art verbunden, dass sie alle gleiche Umdrehungen machen müssen, so sieht man sofort ein, dass der Zugwiderstand zwar durch sämmtliche Räder auf die Fahrschiene übertragen wird, dass aber der Antheil jedes Rades lediglich von der Länge seines in Betracht zu ziehenden Umfanges abhängen muss. Die Geschwindigkeit der Wetli'schen Locomotive ist allein von der Zahnstange abhängig; dreht sich das Schraubenrad einmal um, so werden genau so viel Zähne der Zahnstange überschritten, als das Schraubenrad Zähne hat: es ist also hierbei gleichgültig, wie tief der Schraubenvorsprung in die schrägen Schienenzähne eingreift, wenn überhaupt der Eingriff nur zu Stande kommt. Die glatten Treibräder sind daher gezwungen, diesem Wege unter allen Umständen zu folgen; sind sie grösser, als nöthig ist, um denselben Weg abzurollen, so werden sie dem Gleiten entsprechend die Zahnstange entlasten; sind sie nur gerade so gross, so wirken sie gar nicht und überlassen die Ueberwindung des Zugwiderstandes allein der Zahnstange; sind sie aber kleiner, so müssen sie rückwärts gleiten und belasten dann noch in schädlicher und nutzloser Weise die Zahnstange.

Wie oben erwähnt, ist das Gesetz der Abhängigkeit der Zugkraft eines glatten Treibrades von seinem Gleiten noch unbekannt, jedenfalls aber ist die Grösse der Reibung zwischen Treibrad und Schiene hierbei von entschiedenem Einflusse. Bedenkt man nun, dass diese Reibung bei wechselndem Schienenzustande (Feuchtigkeit, Schlüpfrigkeit) zwischen 10 und 25 ‰ des Adhäsionsgewichtes veränderlich ist und dass die Durchmesser der Treibräder durch die unvermeidliche Abnutzung der Rad-

reifen ebenfalls in sehr bedeutendem Maasse veränderlich sind, so folgt, dass man in Bezug auf die Vertheilung der Zugarbeit zwischen Schraubenrad und Teibräder vollständig in Unsicherheit bleiben muss, dass das Schraubenrad in der That unter Umständen gar nichts, unter anderen die volle Arbeit, unter wieder anderen mehr als die volle Arbeit zu leisten hat.

Man hat vielfach auf die grossen Vorzüge der Wetli'schen Zahnstange aufmerksam gemacht. Die Construction hat in gewisser Hinsicht Aehnlichkeit mit den schraubenförmigen schrägen Zähnen bei den Getrieben für feinere mechanische Instrumente, insofern immer mehrere Zähne zu gleicher Zeit im Eingriff stehen und der Eintritt eines neuen Zahnes möglichst ohne Stoss vor sich geht. Jedenfalls wird die Anzahl dieser Stösse durch die ungewöhnliche Länge der einzelnen Zähne sehr verkleinert. Indem Schraube und schräger Zahn sich unmittelbar auf einander abrollen, so erfolgt keine Verschiebung beider Organe nach ihrer Längenausdehnung. Die Zähne müssen aber jedenfalls einige Centimeter tief in einander greifen und daher auch gewisse Abrundungen in ihren Querprofilen erhalten, damit die Schraubenfläche nicht in unrichtiger Weise mit einer Kante vor der eigentlichen Berührungsstelle mit der Zahnstange zusammentreffe. In dieser Hinsicht ist auch die Behauptung nicht ganz richtig, dass die Wetli'sche Zahnstange ohne jede Gleitung arbeite. Ein Nachtheil derselben ist der grosse Seitendruck, welchen die schräg und pfeilförmig gestellten Zähne bei der Uebertragung des Zugwiderstandes erleiden und weshalb sie sehr feste Constructionen erfordern. Unerwähnt darf auch nicht bleiben, dass der Eingriff der Wetli'schen Zahnstange zwar wechselnd an verschiedenen Stellen des Zahnes, aber immer nur an sehr kurzen Strecken stattfindet, so dass grosse Druckintensitäten unvermeidlich sein werden.

Vortheilhaft für die Haltbarkeit des Zahngestänges ist der Umstand, dass bei der zur Bahnachse symmetrischen Lage aller Theile die Druckwirkungen stets paarweise und in entgegengesetzten Richtungen auftreten, so dass jede seitliche Wirkung in Bezug auf Lagerung der Zahnstange aufgehoben wird und nur die Verschiebungstendenz nach der Bahnachse übrig bleibt. Bei dem Zusammenhange aller Zähne untereinander und bei der Befestigung jedes Zahnes mit den Bahnschwellen durch die Vermittlung einer in die Schwelle eingelassenen Rippe eines Eisenstabes ist aber diese Längenverschiebung vollkommen verhindert und wird ausserdem durch alle Reibungserscheinungen zwischen Zahnradwalze und Zahnstange erschwert.

Bei der Wetli'schen Zahnstangenbahn ist es übrigens im Allgemeinen gleichgültig, ob die pfeilförmigen Zähne nach der Berg- oder Thalseite eines Bahngefälles gerichtet sind; in dem einen Falle sind die inneren Spannungen Druck-, im anderen Falle Zugspannungen, und die Schraubenzähne des Rades werden auf der einen oder anderen Seite zur Anlage kommen. Auch sieht man ein, dass der Apparat ebensogut dazu dient, die Arbeitsleistung der Maschine zur Fortbewegung eines Zuges beim Aufsteigen desselben zu verwenden, als zur sicheren Zerstörung der Leistungsfähigkeit eines absteigenden Zuges, wenn mit dem Schraubenrad irgend welche Widerstände in Verbindung gesetzt werden, wie Bremsbacken oder Luftbremsen, oder durch Verwendung von Gegendampf und dergleichen.

Es war Wetli's Absicht, ein und denselben Eisenbahnzug mit derselben Locomotive über Gleisstrecken der verschiedensten Steigung zu befördern, jedoch den Zahnstangenapparat nur für diejenigen Strecken auszuführen oder in Thätigkeit zu setzen, für welche die Adhäsion der glatten Treibräder nicht mehr ausreicht, letztere also sofort gleiten würden, wenn sie allein vorhanden wären. Dieser Umstand ist

für den sicheren Zahneingriff von Vortheil. Denkt man sich nämlich, dass durch Fehler der Ausführung, durch Bahnkrümmungen u. s. f. der Eingriff an der Zahnstange augenblicklich gestört sei, so dass die Zahnflächen sich nicht berühren, so wird durch das Schleudern der Treibräder die Berührung augenblicklich wieder hergestellt werden. Dieselbe günstige Erscheinung zeigt sich, wenn die Locomotive aus einem gewöhnlichen Gleise in eine mit der Zahnstange ausgerüstete Strecke einfährt. Im Allgemeinen werden dann die Schraubengänge mit den schrägen Zähnen nicht im Eingriff stehen, sondern irgendwo in den ungleich grösseren freien Zwischenraum zwischen zwei Zähne fallen. Es wird dann offenbar nur eine verhältnissmässig kurze Zeit dauern, bis der Eingriff von selbst in sanfter Weise sich hergestellt hat. Nur für den seltenen Fall, wenn Schraubenzahn und Zahnstange beim Einfahren sich decken, wird das Schraubenrad, welches unbedingt eine Beweglichkeit in senkrechter Richtung besitzen muss, nicht zur richtigen Tiefe herabsinken. Durch das Gleiten der glatten Treibräder wird auch dann ein allerdings unregelmässiges, wenn auch nicht geradezu schädliches weiteres Herabsinken des Schraubenrades erfolgen und endlich der Eingriff zu Stande kommen. Der Zugwiderstand wächst bekanntlich mit der Steigung der Bahn in einem sehr raschen Verhältnisse. Eine Locomotive muss mit solchem Mechanismus versehen sein, um den Maximalwiderstand auf der von ihr zu befahrenden Strecke überwinden zu können. Die Arbeitsleistung der Locomotive ist aber im Wesentlichen abhängig von ihrer Dampfentwickelungsfähigkeit, d. h. von ihrer Feuerungsanlage (Rostgrösse, Heizfläche, Art des Brennmaterials u. s. f.). Hieraus folgt, dass unter Voraussetzung voller Arbeitsleistung eine bestimmte Locomotive einen bestimmten Zug überhaupt nur auf solchen Steigungen zu bewegen im Stande ist, bei welchen der Zugwiderstand kleiner ist, als die auf den Umfang der Triebräder reducirte Kraft der Dampfmaschine, dass aber, wenn dieses stattfindet, die Zuggeschwindigkeit mit der Steigung nothwendigerweise abnimmt. Ist der Zugwiderstand kleiner als die Adhäsion der glatten Treibräder, so genügen diese zur Bewegung des Zuges; ist derselbe grösser, so schleudern die Räder, und es bedarf einer künstlichen Adhäsion zur Vermittlung der Bewegung. Bei den gewöhnlichen Locomotiven wird der Mechanismus so gewählt, dass bei mittlerem Schienenzustande ein Schleudern der Triebräder nicht eintritt, wenn der volle Dampfdruck auf den Kolben wirkt. Bei der Wetli'schen Locomotive, welche eine künstliche Adhäsion als wesentliche Eigenschaft voraussetzt, müssen demnach die Treibräder jedesmal schleudern, wenn die Maschine auf glatter Bahn vor dem von ihr über die schroffste Steigung zu befördernden Zuge steht und der volle Dampfdruck zur Wirkung kommt.

Die Dampfcylinder der Wetli'schen Locomotive sind also für die Strecken ohne Zahnrad, welche von ihr nach Absicht des Erfinders ebenfalls durchlaufen werden sollen, immer zu gross gewählt; der Dampfdruck muss daher durch starke Drosselung künstlich vermindert werden oder die Maschine mit hohem Expansionsgrade arbeiten. Bei den mit der Zahnstange ausgerüsteten steileren Strecken wird dagegen der Dampf mit stets grösserer Spannung und grösserer Füllung des Cylinders arbeiten müssen. Es liegt in dieser Beziehung eine nicht zu verkennende Schwierigkeit vor, die noch dadurch vermehrt wird, dass die Zuggeschwindigkeit auf steileren Strecken bei der unmittelbaren Uebertragung der Bewegung an die Schraubenwalze, also auch die Geschwindigkeit der Dampfkolben, in gewiss nicht vortheilhafter Weise sehr gering wird. Man überzeugt sich hieraus auch, dass das Wetli'sche System sich nicht zur Ueberwindung sehr grosser Steigungen eignen dürfte; der Erfinder selbst spricht auch nur von Steigungen von 5% bis 7%.

Mehrere von den im Vorhergehenden erwähnten Unzuträglichkeiten des Wetli'schen Systems würden gehoben werden, wenn die Locomotive besondere Dampfmaschinen für die Bewegung der glatten Treibräder und besondere für die Bewegung des Schraubenrades erhielte. Die ersteren würden der an der Peripherie der glatten Treibräder entwickelten Adhäsion entsprechend zu proportioniren sein, während die letzteren den Rest der Zugkraft bei grösseren Steigungen zu übertragen hätten. Es würde dann niemals ein Zweifel über die Vertheilung der Arbeit auf beide Apparate entstehen, und die Motoren für das Schraubenrad könnten eine beliebig grosse Geschwindigkeit erhalten; auch würde der Eingriff an der Zahnstange unter allen Umständen gesichert sein. Jedoch würde dann die Locomotive unzweifelhaft einen sehr zusammengesetzten Mechanismus erhalten, und es ginge dabei der viel betonte, allerdings auch sehr bezweifelte Vortheil verloren, dass nämlich durch die unmittelbare Verbindung zwischen glatten Treibrädern und Schraubenrad das Gleiten der ersteren und eine vermehrte Abnutzung von Schienen und Treibrädern auf steilen Strecken fast ganz aufgehoben wird.

Die Wetli'sche Bahn hat in der Technik sehr verschiedene Beurtheilungen hervorgerufen; den Lobsprüchen einerseits stehen Zweifel andererseits gegenüber.

Nach Veröffentlichung der 1868 erschienenen, vorher erwähnten Schrift Wetli's und nachdem die technischen Zeitungen sich des Gegenstandes in sehr auseinandergehenden Besprechungen bemächtigt hatten, wurde 1869 durch den schweizerischen Bundesrath ein Gutachten der Professoren des eidgenössischen Polytechnikums in Zürich veranlasst. Aber auch dieses Gutachten konnte nicht einheitlich abgegeben werden, weil die Ansichten der Fachgelehrten sich nicht deckten. Die Professoren des Maschinenbaues Zeuner und Veith haben sich eigentlich nur über die Richtigkeit der Construction der Zahnstange und des Schraubenrades ausgesprochen und sind zu dem Resultat gelangt, dass Wetli's Zahnstange gegenüber den gewöhnlichen Formen von ganz entschiedenem Vortheil ist, in Bezug auf Sicherheit und Sanftheit der Bewegung, dass die durch Reibungen verursachten Arbeitsverluste und in Folge dessen die Abnutzung der einzelnen Theile klein seien, dass die Constructionsidee höchst originell und der weiteren Verfolgung durch grössere Versuche sehr empfehlenswerth sei. Der Professor der Ingenieurwissenschaft Pestalozzi betrachtet die Construction hinsichtlich der Ausführung des Oberbaues, hinsichtlich der Anlage- und Betriebskosten. Er hält die Construction für ausführbar, kann jedoch in Ermangelung jedes Anhaltes aus der Praxis ein sicheres Urtheil über den Kostenpunkt nicht fällen.

Professor Culmann machte auf die unzweifelhaft bestehende, aber in ihren Gesetzen noch nicht ergründete Abhängigkeit des Schleifens glatter Treibräder und daher auf die Unsicherheit aufmerksam, welche für die Vertheilung der Arbeit zwischen Schraubenrad und Treibrädern herrscht, auf die wahrscheinlich meistens vorkommende alleinige Aufnahme der Arbeit durch das Schraubenrad und auf die daraus folgende sehr erhebliche Seitenpressung in den Organen der Zahnstange. Sonst hält auch er die Wetli'sche Zahnstange für die vollkommenste derartiger Constructionen. Bei der Beurtheilung der Bahnbau- und Unterhaltungskosten an einem von Wetli aufgestellten Concurrenzprojecte zur Gotthardbahn, bei welcher Steigungen von 5 bis 7% mit der Wetli'schen Locomotive zu überwinden wären, wurden zwar Rechnungen versucht, aber genaue Anhalte bei mangelnden Erfahrungen auch nicht gefunden: namentlich bezieht sich dieses auf die Herstellungs- und Erneuerungskosten der eigentlichen Zahnstange.

Auch Culmann empfiehlt das System Wetli für einen Versuch in grossem

Maassstabe bei der überaus grossen Wichtigkeit der Vervollkommnung der Bergbahnen für Gebirgsländer.

Im Jahre 1871 hat Herr Harlacher, Professor der Ingenieurwissenschaften an dem deutschen Polytechnikum zu Prag, eine das Wetli'sche System im Allgemeinen empfehlende Schrift herausgegeben, welche sich ziemlich genau der ersten Wetli'schen Veröffentlichung erläuternd und ergänzend, namentlich hinsichtlich der Kostenfrage, anschliesst; er rühmt bei dem System die Möglichkeit, der Locomotive die grösste Leistungsfähigkeit zu ertheilen, ohne deren Gewicht übermässig vergrössern zu müssen, ferner die volle Ausnutzung der Dampfkraft unabhängig vom Zustand der Schienen, daher kein Schleudern der Maschine und geringste Abnutzung von Schienen und Rädern. Auch hier wird der Rath ertheilt, der neuen Erfindung durch einen Versuch im Grossen die wichtige Grundlage der Erfahrung zu geben.

Herrn Wetli's beharrlichem Bemühen war es gelungen, 1871 eine Gesellschaft zu bilden, um eine nach seinem System betriebene Bahn zu erbauen. Diese Bahn führt vom linken Ufer des Züricher Sees beim Orte Wädensweil, einer Station der Eisenbahn von Zürich nach Glarus, nach dem bekannten Wallfahrtsorte Einsiedeln und ist etwa 17 Kilometer lang; es gehören jedoch nur die unteren 10 Kilometer der mit dem Wetli'schen System ausgerüsteten Bergbahn an, während die letzten 7 Kilometer annähernd in einer etwa 850^m über Meer sich ausdehnenden Hochebene liegen. Die Bergbahn zählt von unten beginnend die horizontal angelegten Bahnhöfe Wädensweil, Burghalden, Samstagern und Schindellegi, die Steigung beträgt 50 ‰; von Schindellegi bis zur oberen Ebene (Kilom. 8,5 bis 9,0 etwa) jedoch nur 43,7 ‰; zwischen Kilom. 4 u. 5 liegt noch eine kurze Strecke mit der geringen Steigung von 3,5‰. Die Bahn ist den Bergabhängen folgend entwickelt und enthält eine Menge sehr scharfer Curven (bis herunter zu 150^m Radius), in welchen die Fahrschienen entsprechend überhöht und erweitert sind.

Die Bahn soll später über Schwyz nach Brunnen verlängert werden, um daselbst mit der St. Gotthardbahn in Verbindung zu treten.

Der Bau dieser kleinen Bahn hat, wie es scheint, an finanziellen Schwierigkeiten gelitten, ist jedoch im Jahre 1875 durch einen Vertrag mit der schweiz. Nord-Ostbahn in ein solches Verhältniss getreten, wonach letztere die Vollendung der Linie Wädensweil-Einsiedeln für die Gesellschaft übernahm, und die Kosten auf 4427000 Frcs. ohne Betriebsmaterial veranschlagt wurden, gegen 3000,000 Frcs. der ersten von Wetli aufgestellten Berechnung.

Eine kurze mit dem Wetli'schen Apparate versehene Strecke von 401^m Länge war schon 1874 fertig gestellt worden, um auf ihr zahlreiche Probefahrten zu veranstalten. Von dieser Länge fielen 248^m in eine gerade Linie, $83^m,7$ in eine Curve von 300^m Radius und $72^m,8$ in eine Curve von 600^m Radius. Mit einer Steigung von 5% war eine Curve von nahezu dem kleinsten Radius verbunden, so dass sich auf der allerdings sehr kurzen Versuchsstrecke ungünstige Bedingungen häuften und die auf ihr gesammelten Erfahrungen schon einige Schlüsse auf die Güte des Systems ziehen liessen. Die zur Verwendung gekommene Tender-Locomotive war jedoch keineswegs nur einigermaassen geeignet, die an sie zu stellenden Bedingungen zu erfüllen; sie hatte 2 Treibachsen mit gekuppelten Treibrädern von $0^m,888$ Durchmesser und $2^m,40$ Radstand; der Kessel war aufrechtstehend und besass 46 □ Met. Heizfläche; der Cylinderdurchmesser betrug $0^m,35$ und der Hub $0^m,54$. Das Locomotivgewicht mit kleinem Vorrathe war 20 Tonnen, also im Verhältnisse zur Heizfläche übermässig gross (422 Kilogr. per □ Met. Heizfläche gegen 235 Kilogr. per □ Met. einer Tendermaschine

guter und neuer Construction). Die Dampfspannung betrug 9 Atmosphären, welche jedoch durch mangelhafte Zuleitung im Cylinder auf 6 Atmosphären reducirt war. Der Kessel war bei seiner geringen Dampferzeugung nicht im Stande, diesen Druck während der Probefahrten dauernd zu erhalten. Das Schraubenrad bestand aus Stahlguss, hatte ungefähr denselben Durchmesser wie die Treibräder und war durch 2 Stangen mit jedem der Räderpaare gekuppelt; es bildete einen hohlen Cylinder mit innenliegender Armatur zur Aufnahme der Achse und besass an der Oberfläche 3 angegossene Schraubengangpaare, rechts und links gewunden und symmetrisch gestellt, so dass deren Abwickelung die Zahnstange mit den schrägen pfeilförmigen Zähnen deckte. Das Schraubenrad hatte $1^m,24$ Länge und wog 2130 Kilogr., es war mit einer Vorrichtung verbunden, vermöge welcher dasselbe um etwa 70 Millimet. sowohl durch den Führer als selbstthätig durch einen in der Zahnstange liegenden fremden Körper gehoben werden konnte. Hierdurch war die Gefahr des Entgleisens der Maschinen bei eintretenden Unregelmässigkeiten der Bahn durch Einfallen von Schnee oder Steinen zwischen die Zahnschienen als beseitigt zu betrachten. Beim Einfahren der Locomotive in einen mit Ausweichungsgleisen versehenen Bahnhof wurde das Schraubenrad durch Auflaufen auf abgeschrägte Eichenbohlen, welche zwischen den Fahrschienen lagen, selbstthätig gehoben und durch eine Fangvorrichtung in dieser Höhe erhalten, so dass die Locomotive sich mit den glatten Treibrädern allein in gewöhnlicher Weise bewegen konnte, ohne durch Weichen und Kreuzungen gestört zu werden.

In ähnlicher Weise wurde das Schraubenrad an allen denjenigen Stellen der Bahn ausgeschaltet, wo die Neigung so mässig war, dass die Bewegung durch die Treibräder allein bewirkt werden konnte. Die Zahnstange auf der Versuchsstrecke wurde durch Ωförmige Schienenstücke von etwa $1^m,15$ Länge von der Art, wie sie früher als Fahrschienen auf der badischen Staatsbahn in Gebrauch standen, hergestellt; je 2 zu einem Zahn gehörige Schienen bildeten an der Spitze einen Winkel von etwa 50° und waren mit beiden Enden auf die flache Seite von ⊤förmigen Profileisen gelegt und mit diesen verbolzt. Die abwärts gerichtete Mittelachse dieses ⊤Eisens war in die Holzschwelle eines ganz gewöhnlich construirten Bahngleises eingelassen. Die Spitze eines und die breiten Enden des folgenden Zahnes ruhten auf demselben Profilstabe und wurden daher in unveränderlicher Lage zu einander erhalten. Ausserdem waren die Mitten der schrägen Zähne desselben Zahnes noch durch ein untergeschraubtes Querstück ähnlichen Profils zur Aufnahme der grossen Seitendrücke verstärkt worden. Die Bahnconstruction nebst dem Schraubenrade sind in der Zeichnung Taf. LXXIV, Fig. 1^a, 1^b, 1^c im Grundriss, Quer- und Längenschnitt dargestellt.

Die ersten Resultate der auf der Versuchsstation bei Wädensweil ausgeführten Probefahrten sind mehrfach in technischen Blättern bekannt gemacht worden. Unter Anderem liegt eine Besprechung hierüber vor von Wetli selbst vom 6. Juli 1874 (siehe die Eisenbahn, schweizerische Wochenschrift 1874, Nr. 3 u. Organ f. d. F. d. Eisenb. 1875, pag. 53), ferner ein Bericht des Herrn Baurath Brockmann in Stuttgart (Organ 1875, pag. 49), endlich ein Bericht des Herrn Maschinenmeisters Macy (Eisenbahn 1875, Nr. 18). Hiernach arbeitete das Schraubenrad in vollkommen befriedigender Weise, sowohl in geraden als in krummen Bahnstrecken; der Uebergang von einem Zahne zum anderen vollzog sich in sanfter Weise ohne Geräusch und Stoss; auch war das Schleifen der glatten Treibräder beim Anfahren, bis die Schraubengänge mit den Zahnradschienen in Berührung treten, mit keinem oder nur sehr schwachem und unschädlichem Stosse verbunden. Die Bahn und das Zahnrad blieben in unveränderter Lage zu einander, und die Abnutzung aller Bahntheile war sehr gering.

Namentlich wurde hervorgehoben, dass die Zahnstangenschienen viel weniger litten als die Fahrschienen; auch zeigten die Schraubengänge des Hauptrades sehr geringe Abnutzung. Mit der unvollkommenen Locomotive wurden Züge von 900 bis 1200 Centner Bruttogewicht (ausser der Locomotive) bergan befördert, mit Geschwindigkeiten von 15 Kilom. in der Stunde = $4^m,17$ in der Sec.; die Dampferzeugungskraft der Locomotive zeigte sich jedoch als zu klein. Die Bewegung zu Thal wurde durch eine Luftbremse vollkommen regulirt; die gewöhnlichen Backenbremsen traten nur beim Anhalten des Zuges auf dem Bahnhofe in Thätigkeit.

Nach diesen vorläufigen Versuchen, welche im Allgemeinen befriedigten, wurde die Bahn durch die Nordostbahngesellschaft im Einzelnen entworfen und dann auch ausgeführt. Die gewählten Constructionen sind der schon beschriebenen ähnlich, die Profile der Stäbe, welche die Wetli'sche Zahnstange zusammensetzen, jedoch mehr oder weniger abweichend; insbesondere zeigen die schräg gestellten Zahnschienen, die Dreieckschienen ein Ωförmiges Profil mit oben vorspringenden und abgerundetem Kopfe, welcher 15 Millim. über der Oberfläche der Fahrschienen emporragte. In dieser Oberfläche, welche als Theilrissfläche der Zähne dient, haben die Contactflächen eine Neigung gegen den Horizont von $\beta = 78^\circ$, während die Dreiecke im Grundriss einen Winkel von $2.c = 50^\circ$ mit einander bilden. Die von der Maschinenfabrik Esslingen gebauten Locomotiven sind Tendermaschinen mit gewöhnlichen liegenden Rohrkesseln und 2 gekuppelten Treibachsen und Rädern von 893 Millim. Durchmesser; sie tragen zwischen beiden Achsen das zu der Zahnstange passende Zahnrad mit den Spiralzähnen, das Schraubenrad, welches durch besondere Schubstangen von den Hauptdampfcylindern bewegt wird, sich mit seinen Zähnen 13 Millim. unter die Theilrissfläche senkt und hier durch 2 Cylinderstücke von 891 Millim. Durchmesser, welche beim Eingriffe auf den Fahrschienen ruhen, in seiner Lage begrenzt wird. Auf den Schraubenrädern, welche also dieselbe Anzahl von Umdrehungen wie die glatten Treibräder zurücklegen, sind durch aufgenietete Stahlschienen mit abgesetztem Kopfe die 3gängigen rechts- und linksgedrehten Spiralflächen hergestellt. Die Theilung der Dreieckszähne auf der Bahn, also der Zahnstange, beträgt 930 bis 933 Millim. Die Ganghöhe des Schraubenrades ist $\pi \frac{891}{3} = 933$ Millim., ein Drittel des Umfangs der glatten Treibräder $\pi \frac{893}{3} = 935$ Millim. Die Differenzen in diesen Zahlen bedingen das früher schon beschriebene Spiel der Voreilung der Treibräder und des Schleifens derselben mit dem unausbleiblichen eigenthümlichen Uebertragen der Arbeit von Adhäsionstreibrad auf Spiralrad je nach den herrschenden Belastungs- und Reibungsverhältnissen.

Das Gewicht der Locomotive nebst Walze beträgt leer 394 Centner,
mit 10 Cent. Kohlen und vollständig betriebsfähig . 517 -
davon entfallen auf die hintere Triebachse . . . . 275 -
das Gewicht der Walze allein . . . . 34,3 -

Bei der regelmässigen Arbeit hat der Dampf 12 Atm. Ueberdruck.

Die Schraubenwalze ist mit dem Kolben eines besonderen senkrechten Dampfcylinders von 200 Millim. Durchmesser verbunden, vermöge welcher Einrichtung der Eingriff aufgehoben oder aber in gesenkter Stellung während des Eingriffes zu dem Eigengewichte der Walze noch ein zusätzlicher Druck gefügt werden kann. Die Maschine besitzt eine vom Führerstande zu bedienende Schraubenbremse gewöhnlicher Construction, durch welche vier Holzklötze gegen die Umfänge der beiden hinteren

Treibräder gepresst werden können; ausserdem ist sie mit der Lechatelier'schen Vorrichtung zur Verwendung des Gegendampfes versehen.

Auf der fertig gestellten Strecke Wädensweil-Einsiedeln begannen die eigentlichen Fahrversuche am 17. October und wurden am 2. Nov. 1876 fortgesetzt. Bei beiden Probefahrten ereignete es sich, dass, namentlich bei der Thalfahrt, das Schraubenrad auf die Dreieckschienen aufstieg, also ausser Eingriff gerieth, und dass hierdurch die Locomotive, welche in diesem Augenblicke nur glatte Adhäsionsräder in Wirkung hatte, ins Schleudern gerieth und verschiedene Dreieckschienen der Zahnstange zertrümmerte, als die Spiralzähne wieder in die Lücken der Zahnstange eingefallen waren. Nach Ausbesserung der Schäden wurde am 30. Nov. 1876 der Versuch wiederholt, der aber vollständig misslang und zu einem verhängnissvollen Ereigniss führte.

Der Probezug bestand aus der thalwärts stehenden Locomotive und nur einem einzigen mit 95 Schienen beladenen und, einschliesslich der Last, 20014 Kilogr. schweren vierrädrigen offenen Güterwagen, welcher mittelst 4 einseitig gegen sämmtliche 4 Räder wirkender gusseiserner Bremsblöcke durch eine Schraubenbremse gehemmt werden konnte.

Vor Beginn der Fahrt wurden behufs kräftigeren Erprobens des Schraubenrades die beiden Kuppelstangen, welche die vordere Treibachse mit der Dampfmaschine verbindet, weggenommen, so dass nunmehr allein die hintere Treibachse, sowie das Schraubenrad von den Dampfkolben angetrieben wurden und die vorderen Treibräder lediglich als Laufräder dienten.

Am 30. November war schönes Wetter. Die Schienen waren mit Thau und weiter im Gebirge wenigstens theilweise mit Reif bedeckt. Die Fahrt begann etwas vor 9 Uhr Morgens; auf der Maschine standen 4 Personen, ein Maschinenmeister als Locomotivführer, 1 Locomotivführer und 2 Heizer; 10 andere Personen, nämlich die betheiligten Mitglieder der Direction, die Oberingenieure, Ingenieure und der Stationsvorstand, sowie ein Bremser standen auf dem Schienenwagen.

Die Fahrt bergan ging langsam und im Ganzen ohne Störung vor sich. Man hielt mehrmals an, um zu untersuchen, ob die Schraubenzähne ordentlich an der Zahnstange arbeiteten, und fand dies auch meistentheils bestätigt, indem sich die Spuren des Eingriffs an den gefetteten und mit Thau oder Reif bedeckten Dreiecksschienen deutlich erkennen liessen; theilweise jedoch wurde auch constatirt, dass das Schraubenrad an einzelnen Stellen vorgelaufen war, also nicht mehr im Eingriff sich befand. Unzweifelhaft war dies auch an einem mit Bohlen ausgekleideten Wegübergange in der Bahnfläche, nahe bei Schindellegi, der Fall, wo die Felgen des Schraubenrades das Holz zum Theil zersplitterten und Eindrücke hinterliessen, die am 17. März 1877 noch deutlich sichtbar waren. Die Geschwindigkeit des Zuges war so gering, dass die begleitenden Personen streckenweise hinter dem Zuge zu Fuss gingen.

Man erreichte die Station Schindellegi, welche 756^{m} über Meer und 347^{m} über dem Bahnhof Wädensweil liegt, etwa um halb 12 Uhr. Nach einem kurzen Aufenthalte von einer Viertelstunde wurde die Rückfahrt angetreten. Der Zug bewegte sich anfangs langsam, und das Schraubenrad griff richtig ein; bald jedoch (333^{m} von der Mitte der Station thalwärts) stieg das Schraubenrad auf die Dreiecksschienen, die Maschine schleuderte, und es wurden mehrere Dreiecksschienen zerschlagen. Der Zug hielt unmittelbar darauf an, fuhr dann noch einige Meter weiter abwärts, um den Zustand von Bahn und Locomotive, welche die beschädigte Stelle der Bahn bedeckte, besser untersuchen zu können, und hielt wieder an. Der Zug war also in diesem

Augenblicke noch vollkommen in der Gewalt des Führers. Es wurde beschlossen, die Thalfahrt weiter ohne Hülfe des Schraubenrades, welches in die Höhe genommen wurde, fortzusetzen. Nach kurzem Aufenthalte nahmen alle Personen ihre Plätze wieder ein, und es begann die Thalfahrt von Neuem. Die Geschwindigkeit wurde jedoch bald bedenklich gross, man bremste den Wagen und die Maschine und gab Gegendampf. Aber jetzt zeigte es sich, dass der Zug nicht mehr die nöthige Widerstandskraft der Schwere gegenüber besass, die Geschwindigkeit wuchs zu einem gefährlichen Grade (nach Angaben zu 60 Kilom. in der Stunde $= 16^2/_3{}^{m}$ in der Sec.), die lose liegenden Schienen unter den Füssen der Mitfahrenden, besonders in den engen Bahncurven, schienen lebendig zu werden, einige der auf dem Schienenwagen befindlichen Personen sprangen von dem Zuge ab, andere wurden abgeschleudert, unter letzteren ein Herr, welcher nebst einer Schiene durch die Centrifugalkraft über den Rand des Wagens eine hohe Dammböschung hinunter geworfen und augenblicklich getödtet wurde. Unterwegs stieg ein Heizer von der Locomotive auf den Schienenwagen, um an die Stelle des abgeworfenen Bremsers zu treten und die Bremse noch fester anzuziehen, was diesem auch insofern gelang, als er noch die Schraube um $^1/_4$ Umdrehung mehr anzuspannen im Stande war. Beim Durchlaufen der horizontalen Bahnhofsstrecken verminderte sich die Geschwindigkeit allerdings etwas, aber auch dort konnte der Zug nicht zum Stehen gebracht werden. Etwa $1^1/_2$ Kilom. vor der unteren Station Wädensweil, in einer Curve von 240^{m} Radius, also nicht in einer der engsten auf der Bahnlinie, entgleisten die thalabwärts stehenden Räder des Schienenwagens derart, dass dieselben sich nach der Richtung des Krümmungsmittelpunktes verschoben, so dass das der convexen äusseren Schiene entsprechende Rad in den Raum innerhalb der Bahnschienen, das andere Rad ausserhalb derselben über die Schwellenköpfe sich bewegte.

Durch dieses Ereigniss, wodurch beim ganz unregelmässigen Weiterrollen des Wagens eine Menge (368 Stück) Dreiecke aufgerissen und zerstört und eine entsprechende Anzahl von Bahnschwellen zerspalten und beschädigt wurden, entstand ein sehr grosser Widerstand, der zum endlichen Zerreissen der starken Schraubenkuppelung führte und das Loslösen des Wagens von der Locomotive bewirkte. Nach dem Festrennen des Schienenwagens waren die noch auf demselben angeklammerten Personen so glücklich, unbeschädigt den Erdboden zu gewinnen. Die Locomotive wurde nun frei, aber statt jetzt im Stande zu sein, die durch das Entgleisen des Schienenwagens ermässigte Geschwindigkeit gänzlich zu hemmen, nahm dieselbe eine noch grössere Geschwindigkeit an (sie wird auf 120 Kilom. in der Stunde $= 33^{m}$ in 1 Secunde taxirt) und erreichte nach kurzer Zeit den Eingang des Bahnhofes Wädensweil. Die Wetli'sche Bahn mündet in die Gleise dieses Bahnhofs vermittelst des krummen Stranges einer einfachen Weiche I, welche die Locomotive im Sinne der Weichenzungen zu durchlaufen hatte; nach dieser folgt unmittelbar das Herzstück einer Weiche II, deren krummer Strang gleichfalls im Sinne der Zungen zu durchlaufen war; an diese schliesst sich sofort eine Weiche III mit entgegengerichteten Zungen. Die Locomotive durchlief den krummen Strang der Weiche I, verschob diesen durch die Wirkung der Centrifugalkraft im Ganzen um etwa 20^{cm} und schleuderte den am Weichenhebel stehenden Wärter zurück, ohne indessen eine wesentliche Beschädigung der Schienen, welche jedoch sämmtlich etwas schräg umgedreht wurden, hervorzubringen. Auch war die Strecke zwischen den Weichen I und II ohne Schädigung geblieben; erst ungefähr eine Schienenlänge vor der Zungenwurzel der Weiche II

war sowohl an Schwellen, als an Schienen eine gewaltsame Einwirkung zu erkennen, und von diesem Punkte ab wurden die Weichen II und III in Schwellen und Schienen durchaus verschoben, zerrissen und gebrochen. Die Locomotive war hier also in der vollsten Entgleisung, sie überstürzte sich, der Kessel trennte sich vom Untergestell und flog, die Schienen ganz verlassend, ungefähr in der Richtung des schrägen Verbindungsstranges zwischen Weiche I—II fort und blieb endlich, nachdem die einzelnen Theile mehrmals aufschlagend den Boden aufgewühlt hatten, in Trümmern auf den Bahnhofsgleisen liegen. Bei dieser Katastrophe wurde das noch auf der Maschine befindliche Personal (der Maschinenführer und 2 Heizer) weggeschleudert; der eine Heizer blieb todt, die beiden anderen Personen wurden mehr oder weniger gefährlich verletzt.

Dieses in kurzen Umrissen erzählte Eisenbahnunglück musste natürlicherweise die technischen Kreise in hohem Maasse aufregen und wurde der Gegenstand einer gerichtlichen Untersuchung, in welcher der Verfasser dieses Aufsatzes zur Abgabe eines am 5. April 1877 erstatteten Gutachtens veranlasst wurde.

Untersuchungs-Commission. Zunächst wurde erkannt, dass die Schraubenbremsen allein, sowohl an dem Schienenwagen, als auch an der Locomotive, trotz der Loskuppelung einer Treibachse im Stande waren, bei der verhängnissvollen Thalfahrt den abwärts gerichteten Componenten der Schwerkraft genügend entgegen zu treten, was auch schon daraus folgt, dass der Zug bei Beginn der Thalfahrt, nachdem dicht bei der oben liegenden Station Schindellegi die Dreieckschienen zerschlagen und die Schraubenwalze emporgehoben war, durch die Schraubenbremsen vollständig festgehalten werden konnte. Die unaufhaltsame Abwärtsbewegung erfolgte ohne Benutzung der Wetli'schen Zahnstange und hat daher eigentlich gar nichts mit dem Wetli'schen Systeme zu thun. Das Gutachten fand die Ursache des Versagens der Bremse darin, dass dieselbe Treibachse, welche durch die Bremsklötze der Locomotive gehemmt wurde, zugleich durch den Gegendampf in einem der Fahrrichtung entgegengesetzten, also aufwärts gerichteten, Sinne in eine sehr rasche schleudernde Drehung versetzt wurde.

Blockbremsen wirken immer der Bewegungsrichtung des Radumfangs entgegen, also auf ein Fahrzeug nur dann hemmend, wenn das Rad im Sinne des Weges des Fahrzeuges sich dreht; im entgegengesetzten Falle wirken die Bremsklötze auch in entgegengesetztem Sinne und also hier der Kraft entgegen, welche die Treibräder in eine zu Berg gerichtete Drehung versetzte, d. h. die Blockbremsen wirkten keineswegs auf ein Hemmen der Locomotive als Fahrzeug, sondern sie bremsten nur die Kraft der Locomotive als Motor, welche trotzdem so kräftig blieb, um auch unter der Bremse die hintere Treibachse in heftiges entgegengesetztes Schleudern zu versetzen. Der Locomotive blieb demnach bei der Thalfahrt als Hemmmittel nur die Wirkung der stark aufwärts schleudernden hinteren Treibräder übrig, während die Blockbremse im günstigsten Falle ganz nutzlos war. Ein schleuderndes Treibrad entwickelt aber, wie im Eisenbahndienste fortwährend beobachtet wird, nur sehr geringe Reibung am Umfange, welche bei der unglücklichen Fahrt noch dadurch wesentlich verkleinert worden zu sein scheint, dass die stark angepressten hölzernen, jedenfalls sehr heissen, Bremsblöcke, vielleicht unter der Beihülfe von verspritztem Oel, geradezu als Schmierkissen dienten, was auch noch 3 Monate nach dem Ereigniss sich aus einem kohligen Ueberzuge, welcher die gebremsten Flächen der Treibräder bedeckte, erkennen liess.

Das Gutachten ist angegriffen, doch nicht widerlegt worden; insbesondere ist zu erwähnen ein Bericht der Special-Commission an die Eisenbahn-Commission des

Züricherischen Ingenieur- und Architekten-Vereins vom Sept. 1877, welcher nebst dem Gutachten in der schweizerischen Zeitschrift »Die Eisenbahn« veröffentlicht worden ist. Dieser Bericht vertheidigt die Verwendung des Gegendampfes in der vorher geschilderten Weise und sucht die Erklärung der Erscheinungen bei der unaufhaltsamen Thalfahrt vorzugsweise in der Anwesenheit von reichlichem Oel auf den Treibrädern und Bremsklötzen, welches beim Einfetten der Zahnstange auf die Fahrschienen gekommen, oder bei den Erschütterungen der Maschine während der Zertrümmerung der Dreiecke aus den Oelbehältern der Locomotive umhergespritzt sei, im Allgemeinen in dem Zusammentreffen mehrerer ungünstiger Umstände, die aber kaum vorauszusehen waren.

Schlussbetrachtungen. Von grösserem Interesse für die Zwecke dieses Buches ist die Untersuchung der Frage, durch welche Ursachen das Aufsteigen des Walzenrades auf die Dreieckschienen veranlasst wurde.

Wenn auch die Zahnstange der Wetlibahn auf der Strecke Wädensweil-Einsiedeln bis auf einzelne Millimeter rühmlich genau gelegt war und die Spiralflächen auf dem Schraubenrade zwar nicht auf einer entsprechenden Arbeitsmaschine abgedreht oder gehobelt, doch nach genauen Blechschablonen sorgfältig aus der Hand bearbeitet waren, so bestanden immerhin kleine wohl kaum ganz vermeidbare Unrichtigkeiten und Abweichungen von den mathematischen Formen, so dass es häufig vorkommen musste, dass die Berührung von Rad und Zahnstange statt in den untersten Theilen, normal unter der Achse, in mehr oder weniger entfernt und höher liegenden Punkten sich vollziehen musste. Soll nun bei fortgesetzter Abwickelung des Schraubenrades die Drehung nicht um einen solchen höher liegenden Berührungspunkt stattfinden, in welchem Falle ein Aufsteigen des Schraubenrades eintreten würde, so muss dasselbe unter der Wirkung aller Kräfte und Reibungserscheinungen in zwei der Form der Dreiecksschienen entsprechenden parallelen Gleitlinien immer wieder bis zum tiefsten Punkte herabsinken. Damit die Spiralflächen des Rades mit den Dreiecksschienen in regelmässiger Lage am tiefsten Punkte zur Berührung gelangen können, müssen die Profile der Zähne eine Abrundung über der in Schienenhöhe liegenden Theilrissebene zeigen, weil die Spiralfläche bei Ersteigung der Zahnhöhe zugleich eine Näherung nach der Bahnachse beschreibt.

Fig. 1.

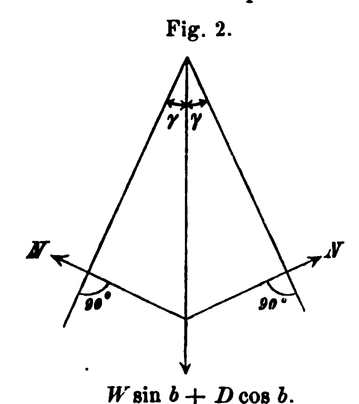
Bei der Bahn Wädensweil-Einsiedeln war dieser Winkel, in welchen die Angriffsfläche der Zähne gegen die Horizontale geneigt ist, $\beta = 78^\circ$ und sehr ausreichend klein.

Die Dreiecksschienen liegen symmetrisch zur Bahnachse, mit welcher sie einen Winkel $c = 25^\circ$ bilden.

Verlängert man die Ebenen unter dem Winkel β bis zu ihrer Durchschnittslinie OA, so bildet sich eine körperliche Ecke $ABCO$ Fig. 1, deren Seitenflächen AOB und AOC gegen die Bahnebene um diesen Winkel β geneigt sind und deren Grundfläche den Winkel $2c$ einschliesst. AOF ist eine senkrechte Symmetrieebene, OF die Bahnachse. Die erwähnten bei-

den Gleitlinien sind parallel mit der Kante OA und stehen näher oder ferner, je nach den Punkten der Spirallinien, welche eben zur Berührung gelangen.

Fig. 2.



Die körperliche Ecke $AOBF$ ist bei OF rechtwinkelig ($a = 90^0$). Der Neigungswinkel der Kante OA gegen die Bahnebene sei $= b$, also $AOF = b$; dem Flächenwinkel c liege der Ebenenwinkel γ gegenüber. Dann ist bekanntlich nach den Lehren der sphärischen Geometrie

$$\operatorname{tg} b = \sin c \,.\, \operatorname{tg} \beta$$
$$\cos \gamma = \cos c \,.\, \sin \beta$$

oder im vorliegenden Falle

$$\operatorname{tg} b = \sin 25^0 \,.\, \operatorname{tg} 78^0 = 1{,}990$$
$$\cos \gamma = \cos 25^0 \,.\, \sin 78^0 = 0{,}886$$

und $\sin \gamma = 0{,}464$.

Der Widerstand des Zuges parallel der Bahnebene sei $= W$
die Belastung des Schraubenrades, senkrecht zur Bahnebene $= D$.

Beide Kräfte W und D werden normal und parallel zur Kante OA zerlegt; es folgen die Theilkräfte normal zur Kante OA:

$$W \sin b \text{ und } D \cos b;$$

ferner parallel zur Kante OA:

von O nach A gerichtet: $W \cos b$,
von A nach O gerichtet: $D \sin b$.

Die beiden senkrecht zur Kante OA gerichteten Kräfte $W \sin b + D \cos b$ vereinigen sich zur Erzeugung zweier zu den Seitenflächen AOB und AOC normal gerichteten Drucke

$$N = \frac{W \sin b + D \cos b}{2 \sin \gamma}$$

Ist φ der Reibungscoëfficient an der Berührungsstelle des Schraubenrades, so muss, damit ein Gleiten von oben nach unten eintritt, also damit kein Aufsteigen des Rades erfolgt, die Kraft D grösser sei, als der Gleichung entspricht:

$$D \sin b = W \cos b + 2\, N \cdot \varphi = W \cos b + \frac{W \sin b + D \cos b}{\sin \gamma} \cdot \varphi$$

woraus

$$D = W \cdot \frac{\sin \gamma + \varphi \cdot \operatorname{tg} b}{\sin \gamma \cdot \operatorname{tg} b - \varphi}$$ oder unter Einführung der vorher gefundenen Zahlen:

$$D = W \cdot \frac{0{,}464 + \varphi \cdot 1{,}990}{0{,}464 \cdot 1{,}990 - \varphi} = W \cdot \frac{0{,}464 + \varphi \cdot 1{,}990}{0{,}923 - \varphi}.$$

Beim Aufsteigen des Schraubenrades bei Schindellegi war das Gewicht der Locomotive 25,85 Tonnen, das Gewicht des Zuges 20,01 Tonnen, das Gefälle der Bahn 0,05; der Widerstand des Zuges (abwärts wirkend) bei noch sehr kleiner Geschwindigkeit nach bekannten Formeln

$$W = 2199 \text{ Kilogr.}$$

Der Druck auf das Schraubenrad betrug:
das Eigengewicht desselben . . . . 1715 Kilogr.
der Druck auf den senkrechten Dampfcylinder von 200^{mm} Durchmesser bei einem angeblich damals herrschenden Dampfdrucke von 10 Atmosphären Ueberdruck Kilogr. $\frac{20^2}{4} \cdot 10 =$ . . . . 3142 -

also $D =$ . . . . . . 4857 Kilogr.

Führt man diese Zahlen in die obige Gleichung ein, so ergiebt sich:

$$4857 = 2199 \cdot \frac{0{,}464 + \varphi \cdot 1{,}99}{0{,}923 - \varphi}, \text{ woraus}$$

$\varphi = 0{,}37$ bis $0{,}38$.

Diese Grösse des Reibungscoëfficienten setzte voraus, dass die Belastung D wirklich der vollen Summe des Eigengewichtes und des Dampfdruckes im Belastungscylinder gleich war; jedenfalls ist D aber durch allerhand Widerstände kleiner gewesen; sie setzt ferner voraus, dass der Druck W des Zuges nur aus der Componente der Schwere vermindert um die Reibung in Maschine und Wagen hervorgegangen sei; hierbei ist jedoch noch nicht berücksichtigt, dass, wie zu Anfang dieses Aufsatzes erwähnt wurde, durch das Voreilen der Adhäsionstreibräder auf das Schraubenrad noch ein zusätzlicher, wenn auch nicht in Zahlen angebbarer Druck erwächst, der dadurch entsteht, dass die Treibräder rückwärts schleifen müssen. Es musste demnach W grösser sein, als in der Rechnung angenommen wurde. Hieraus folgt, dass φ in der That kleiner sein konnte, als 0,37 bis 0,38, wenn das Schraubenrad schon aufsteigen musste.

Dieses Resultat ist geeignet, die Erscheinung des Aufsteigens des Schraubenrades zu begreifen und zu erklären; es war zwar vor Beginn der Fahrt die Zahnstange eingeölt worden, aber es bedurfte nur einer einzigen Stelle, an der die Widerstände wuchsen, um das Aufsteigen zu bewirken und an einer neuen zum ersten Male befahrenen Bahn ist das Zusammentreffen ungünstiger Stellen im Rade und Zahnstange gewiss leicht möglich.

War aber einmal das Aufsteigen eingeleitet, so wuchsen die dasselbe befördernden Kräfte, da bei den sehr schnell eintretenden starken Abrundungen in den betreffenden Profilen der Zähne und Schienen der Winkel β sehr rasch kleiner und daher ungünstiger wurde.

Die vorstehende Rechnung zeigt, dass der Grenzwerth D mit dem Zugwiderstande proportional wächst, während D bei sonst gleichem Dampfdrucke constant bleibt. Die Neigung des Aufsteigens des Schraubenrades, welches schon bei einem verhältnissmässig sehr leichten Zuge erfolgte, würde demnach bei einem schwereren Zuge noch leichter erfolgt sein. Es ist dies gewiss constructiv unrichtig und könnte leicht durch andere Belastungsmittel, wie Federn u. dergl., verbessert werden. Dann ist aber auch die Zahnform von besonderer Bedeutung. Bei der Ausführung der Wädensweil-Einsiedeln-Bahn ist die Tiefe des Eingriffs sehr gering (13 u. 15^{mm}), und die Abrundungsformen der Profile sind sehr stumpf, so dass der Winkel β bei einmal begonnener Aufsteigung sehr schnell abnimmt und daher das Wiedereinfallen des Rades stetig mehr erschwert wird. Die Zahnformen bei den ersten Probefahrten im Jahre 1874, bei welchen von einem Aufsteigen nicht berichtet wird, sind jedenfalls günstigere gewesen; es war nämlich der Eingriff wesentlich tiefer, die Zähne des Schraubenrades waren schlanker im Profile, den Zähnen gewöhnlicher Stirnräder nachge-

bildet, und das Profil der Dreiecksschienen war seitlich gerade und senkrecht. Durch diese Anordnung wurde der Winkel β bedeutend grösser und das Bestreben des Schraubenrades aufzusteigen ganz erheblich geringer.

Nach den misslungenen Probefahrten vom November 1876 sind solche nicht wiederholt worden; vielmehr wurde die Strecke Wädensweil-Einsiedeln dem Betriebe übergeben unter Benutzung von Locomotiven mit glatten Adhäsionsrädern in Nachbildung derjenigen auf der Uetlibergbahn bei Zürich, bei welcher die Steigungsverhältnisse noch ungünstigere sind.

Ob das Wetli'sche Bahnsystem mit der ersten Ausführung zu Grabe getragen und heute aussichtslos ist, lässt sich noch nicht entscheiden. Unter allen Umständen sind wesentliche Verbesserungen nöthig, die sich auf Unabhängigkeit der Bewegung des Schraubenrades von den Adhäsionsrädern, auf die Belastung des Schraubenrades und auf die Zahnformen erstrecken müssen; auch dürfte man wohl an sehr vermehrte Sicherheitsvorrichtungen denken. Alle diese angeregten Verbesserungen werden übrigens besonderen technischen Schwierigkeiten nicht begegnen.

Mit den eigentlichen Zahnstangenbahnen theilt die Wetli'sche Bahn die Vorzüge und Nachtheile der Locomotivbahnen überhaupt.

Literaturnachweis über das Wetli'sche Bahnsystem.

Wetli, K., Grundzüge eines neuen Locomotiv-Systems für Gebirgsbahnen mit Bezugnahme auf die Schweizerische Alpenfrage, Zürich 1868.

Wetli's Locomotiv-System für Gebirgsbahnen. Gutachten der im Auftrage des schweizerischen Bundesrathes niedergesetzten Commission des eidgenössischen Polytechnikums; herausgegeben v. Eidgen. Depart. des Innern, Bern 1869.

Harlacher, A. R., Wetli's Eisenbahnsystem zur Ueberwindung starker Steigungen. Zürich 1871.

Fliegner, A., Die Bergbahn-Systeme vom Standpunkte der theoretischen Maschinenlehre. Zürich 1878. (§ 6. Das Wetli'sche System p. 45—65).

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.
1869, pag. 136.
1872, pag. 44; 1873, pag. 137; 1875, pag. 49; Brockmann, Bericht über W. Eisenbahnsyst.; 1875, pag. 53, Wetli, Bericht über die Resultate der Probefahrten.
1877, pag. 113, Abt, Betrachtungen üb. d. Probefahrt auf d. Bahn W.-E.

Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Arch.-Ver.
1870, pag. 104, Winkler über aussergew. Eisenbahnsysteme; 1870, pag. 148, über Betriebskosten bei Gebirgsbahnen; 1874, pag. 213.

Zeitschrift des Hannov. Arch.- und Ing.-Vereins.
1871, pag. 398; 1872, pag. 279.

Deutsche Bauzeitung, 1870, pag. 291; 1877, pag. 19 u. 220.

Zeitschrift d. Vereins deutscher Ingenieure, 1869, pag. 531; 1872, pag. 210.

Zeitschrift d. Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1874, pag. 1060.

Engineering (deutsche Ausgabe) 1874, pag. 149, 166.

Die Eisenbahn, schweizerische Wochenschrift.
1874, I. pag. 25; Wetli, Bericht über d. Resultat d. Probefahrten;
1875, II. pag. 189; Bericht des Maschinenmeisters Macy;
1875, II. pag. 194; Literaturbericht;

Die Eisenbahn, schweizerische Wochenschrift.

1875, II. pag. 229; F. Haller, Wechselwirkung zwischen Felgenrad und damit gekuppelten Treibachsen;

1876, V. pag. 179;

1876, V. pag. 189, H. Paur, Beschreibung der Bahn nebst Zeichnungen, sowie Beschreibung der Katastrophe v. 30. Nov. 1876;

1876, V. pag. 205, E. Locher, das Zusammenwirken der Treibräder und des Spiralzahnrades.

1877, VI. pag. 10, A. Schmid, das System Wetli; pag. 17, desgl. Verhandlungen d. Züricher Ingenieur- u. Architekten-Ver.; pag. 35, Th. Furrer, die Betriebssicherheit des Wetli-Systemes; pag. 41, Berchtold, das Wetli-System; pag. 54, Entgegnung auf letzteren Artikel von R.; pag. 62, Marchion, die Proben des Wetli'schen Systems im Jahre 1874; pag. 168, Bemerkungen über die Verfügung der Staatsanwaltschaft in Sachen der Katastrophe vom 30. Nov. 1876.

1877, VII. Nr. 13, Beilage. Bericht an die Eisenbahn-Commission des Züricher Ing.- u. Arch.-Ver. über die Katastrophe auf der Bahn W.-E. und die gerichtliche Untersuchung derselben, abgestattet von der dazu niedergesetzten Special-Commission, nebst Abdruck des gerichtlichen Gutachtens;

1877, VII. pag. 109, A. Fliegner, über Bergbahn-System; IV. das Wetli'sche System; p. 117.

1877, VII. pag. 153, Erwiderung auf eine Verfügung der Staatsanwaltschaft Zürich vom 17. Mai 1877, betr. die Katastrophe Wädensweil-Einsiedeln.

Broschüren betreffend die Linie Wädensweil-Einsiedeln:

Wetli, K., Technischer Bericht mit Kostenberechnung, 1871;

Das Eisenbahnprojekt W.-E., vom finanziellen Standpunkte, 1870;

Bericht des Eisenbahn-Comité an den Gemeinderath Wädensweil 1871;

Das Local-Comité der Eisenbahn W.-E. an den Gemeinderath Wädensweil;

Bericht und Antrag der Verwaltungsbehörde der Eisenbahn W.-E. an die Generalversammlung der Aktionäre, betreffend den mit der schweizerischen Nordostbahn abgeschlossenen Vertrag, Einsiedeln 1875.

IV. Capitel.

Secundärbahnen im Gebirge.

IV. Abtheilung.

Secundäre Gebirgsbahnen mit freien Locomotiven (Uetlibergbahn, Superficialbahn von Köstlin.)

Bearbeitet von

H. Sternberg,

Oberbaurath in Karlsruhe.

(Hierzu Tafel LXXII und LXXIII.)

§ 1. Einleitung. — Das Befahren steiler Eisenbahnstrecken mit Locomotiven ist theoretisch nicht an eine bestimmte Grenze der Steilheit gebunden, vorausgesetzt, dass die Adhäsion den erforderlichen Grad besitze. Unter den bisher verwendeten Bergbahnsystemen mit künstlicher Adhäsion ist die Zahnstangenbahn (Marsh, Riggenbach) mit Einschaltung von Zahnrädern zwischen Dampfmaschine und Zahnstange dasjenige, welches die grösste Steigung zulässt; bei den Wetli'schen und Fell'schen Systemen, bei denen die Dampfmaschinen ohne Zwischengeschirr arbeiten und bei denen die künstliche Adhäsion aus constructiven Rücksichten nicht beliebig gross sein kann, ist die Steigung eine beschränkte (50—83‰ in den Ausführungen).

Eine Locomotive mit freier Adhäsion ist natürlich auch im Stande, geneigte Bahnstrecken emporzusteigen und auf diesen Lasten zu ziehen, aber nur in denjenigen Grenzen, welche durch ihre Construction und die Reibungserscheinungen bedingt sind. Die hier obwaltenden Beziehungen sind zwar schon im XVII. Capitel des ersten Bandes dieses Handbuches dargelegt worden, jedoch erscheint es zur besseren Uebersicht nützlich, einige der dort gewonnenen Resultate hier nochmals anzuführen.

Bezeichnet man mit:

α das Verhältniss von Zuggewicht P_1 (ohne Locomotive) zum Gewicht P der Locomotive nebst Tender, also $\alpha = \frac{P_1}{P}$,

v die Geschwindigkeit des Zuges in Metern während einer Secunde.

m den Adhäsionsgrad, d. h. denjenigen Theil des Gewichtes der Locomotive nebst Tender, welcher zur Erzeugung der nutzbaren Adhäsion verwendet wird,

φ den Reibungscoëfficienten der gleitenden Reibung zwischen Schiene und Treibradreifen (je nach dem Zustande der Schiene 0,3 bis 0,1),

η den Neigungswinkel der Bahn gegen die Horizontale,

$\frac{L_1}{L_0}$ den Nutzeffect des Locomotivbetriebes, d. h. das Verhältniss der Nutzleistung

zur Rohleistung während der Bewegung des Zuges, ohne Rücksicht auf den Nutzen der Geschwindigkeit, so ergab sich unter Vernachlässigung der Widerstände in den Bahncurven:

$$4)\quad v = \frac{75}{110} \cdot \frac{1}{m\varphi \cos \eta}$$

$$5)\quad \alpha = \frac{-\frac{7}{6}(0{,}003 + 0{,}00002 \cdot v^2) - \operatorname{tg}\eta + m\varphi}{0{,}003 + 0{,}00002 \cdot v^2 + \operatorname{tg}\eta}$$

$$6)\quad \frac{L_1}{L_0} = \frac{0{,}003 + \operatorname{tg}\eta}{m\varphi} \cdot \alpha$$

Hinzugefügt werde noch, dass, um einen Zug P_1 auf eine Höhe h zu heben, ; allein die Arbeit $P_1\,h$, sondern auch noch die durch die Locomotive herbeigeführte : also zusammen $A = (P_1 + P)\,h$ zu leisten ist, oder

$$7)\quad A = P_1\,h\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right).$$

Bei Aufstellung dieser Formeln wurde vorausgesetzt, dass die Locomotiven mit vollen Arbeitsfähigkeit thätig sind und dass zu einer Pferdekraft-Maximalleistung Gewicht von Locomotive, mit Tender nebst Füllung, von 110 Kilogr. erforderlich Diese Zahl 110 entspricht in der That dem heutigen Zustande des Locomotivs und des verwendeten Feuerungsmaterials sowohl bei Tendermaschinen als bei ıen mit getrennten Tendern.

Aus den Formeln folgt, dass die Geschwindigkeit v mit der Grösse $m\varphi$ umget proportional ist, dass ferner α und $\frac{L_1}{L_0}$ abnehmen, wenn η und v zunehmen. Die Ueberwindung einer Höhe h erforderliche Arbeit ist für ein Zuggewicht P_1 nicht a abhängig von der Höhe, sondern beim Locomotivbetrieb in sehr wesentlichem ıse auch von der Neigung der Bahn und dem Adhäsionsgrade der Maschine. Bei motiven mit freier Adhäsion ist m höchstens gleich 1 und zwar bei den Tendernotiven mit durchaus gekuppelten Rädern gleich 1, bei allen übrigen Locomotiven ıer als 1.

Nimmt man für φ den Mittelwerth $\frac{1}{6}$ an, so ergeben die obigen Formeln für motiven mit freier Adhäsion folgende zusammengehörige Werthe:

Tabelle I.

	$m = 1$, $m\varphi = \frac{1}{6}$			$m = \frac{1}{2}$, $m\varphi = \frac{1}{12}$			$m = \frac{1}{5}$, $m\varphi = \frac{1}{30}$		
$\operatorname{tg}\eta$	v Meter	α	$\frac{L_1}{L_0}$	v Meter	α	$\frac{L_1}{L_0}$	v Meter	α	$\frac{L_1}{L_0}$
0,000	4,092	48,8	0,88	8,184	18,0	0,65	20,46	1,80	0,16
0,010	4,092	11,5	0,90	8,184	4,7	0,73	20,46	0,47	0,18
0,020	4,092	6,1	0,84	8,184	2,4	0,66	20,46	0,02	0,01
0,040	4,094	2,9	0,75	8,188	0,9	0,46			
0,060	4,100	1,6	0,60	8,200	0,3	0,22			
0,080	4,104	0,95	0,45	8,200	0	0			
0,100	4,112	0,59	0,37						
0,150	4,138	0,08	0,07						
0,1630	4,138	0	0						

Dieselbe Formel ergiebt auch

$$m\varphi = \left(\alpha + \frac{7}{6}\right)(0{,}003 + 0{,}00002 \cdot v^2) + (\alpha + 1)\operatorname{tg}\eta.$$

Denkt man sich nun α als gegeben, aber η als veränderlich, d. h. lässt man einen bestimmten Zug mit einer bestimmten Locomotive über eine Bahn von verschiedener Steigung fahren, während die Dampfmaschine stets mit voller Leistungsfähigkeit arbeitet, so ergiebt sich nebenstehende Tabelle.

Diese Tabelle kann für freien Locomotivbetrieb nicht weiter geführt werden, da für steilere Steigungen höhere Adhäsionsgrade ($m > 1$) erforderlich sein würden und daher gegen die Voraussetzung künstliche Adhäsionsmittel anzuwenden wären. In nachfolgendem Holzschnitte (Fig. 1 p. 475) sind die Resultate der Rechnung graphisch dargestellt; die Curven weichen nur wenig von gewöhnlichen Hyperbeln ab.

Eine Locomotive allein, ohne Zug, d. h. bei $\alpha = o$, wird auf horizontaler Bahn eine Geschwindigkeit $v = 29^m,2$ annehmen können, dabei aber nur einen Adhäsionsgrad $\alpha = 0{,}14$ gebrauchen; bei ansteigender Bahn vermindert sich die Geschwindigkeit, während ihr Adhäsionsgrad steigt; sie wird daher nur solche steile Strecken ersteigen können, welche einem Adhäsionsgrad entspricht, welchen sie überhaupt leisten kann, oder wo ihre Treibräder noch nicht schleudern. Eine Locomotive mit z. B. 51 % Adhäsionsgrad, d. h. bei welcher nur 51 % ihres und des Tender-Gewichts auf den Treibrädern ruhen, kann nur Steigungen bis zu $80^0/_{00}$ befahren, während gekuppelte Tendermaschinen ($m = 1$) noch bis zu $163^0/_{00}$ emporklettern können.

Zieht die Locomotive einen Zug von demselben Gewichte, wie die Maschine selbst ($\alpha = 1$), so ist die äusserste Grenze der Bahnsteigung bei einer Tendermaschine $80^0/_{00}$, bei $\alpha = 2$ $52^0/_{00}$, bei $\alpha = 3$ $38^0/_{00}$, bei $\alpha = 10$ $12^0/_{00}$. An der Grenze der Bewegungsmöglichkeit ist die Geschwindigkeit des Zuges bei der vorausgesetzten mittleren Reibung $\varphi = \frac{1}{6}$ allemal $4^m,10$ in der Secunde.

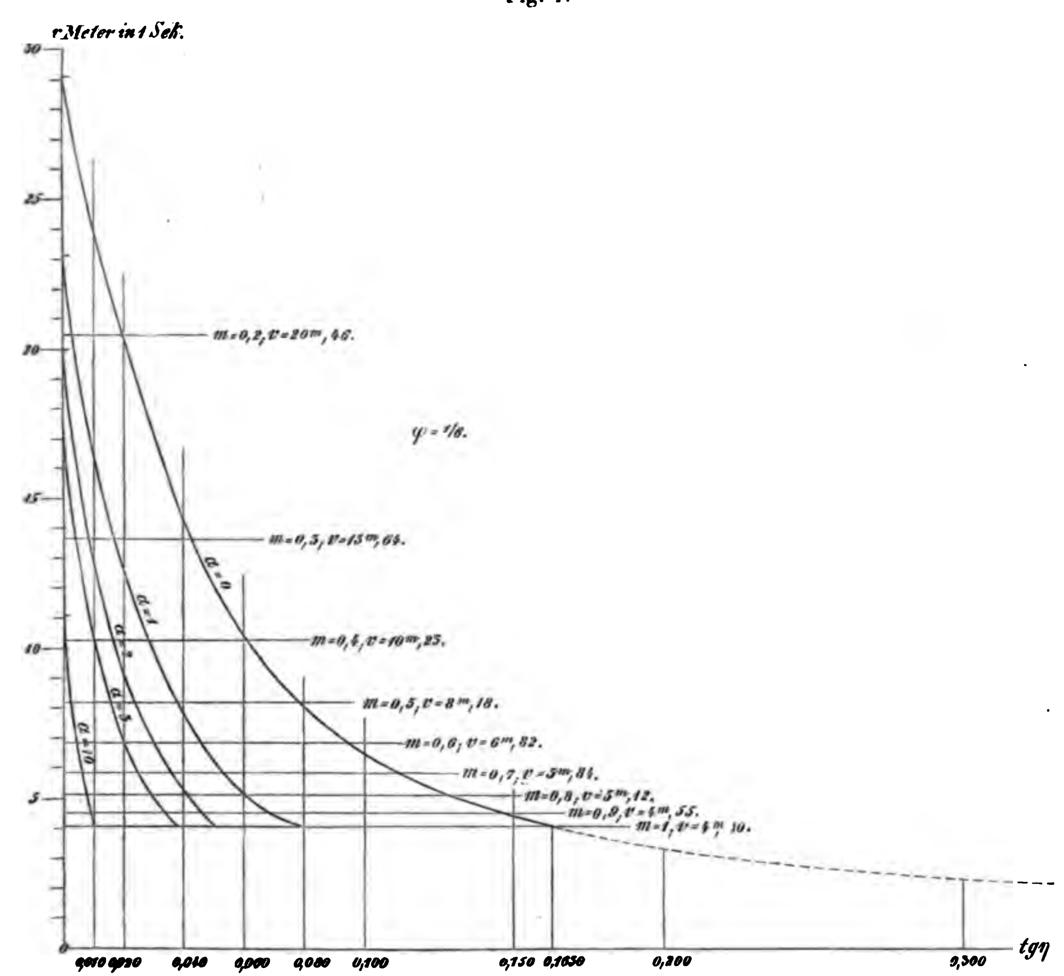
Der Nutzeffect des Locomotivbetriebs wächst mit dem α, dem relativen Gewichte des Zuges, und

Tabelle II.

	$\alpha = 0;\ 1 + \frac{1}{\alpha} = \infty$				$\alpha = 1;\ 1 + \frac{1}{\alpha} = 2$				$\alpha = 2;\ 1 + \frac{1}{\alpha} = 1{,}5$				$\alpha = 3;\ 1 + \frac{1}{\alpha} = 1{,}33$				$\alpha = 10;\ 1 + \frac{1}{\alpha} = 1{,}1$			
$\operatorname{tg}\eta$	$m\varphi$	$\varphi = \frac{1}{6}$ m	v Meter	$\frac{L_1}{L_0}$	$m\varphi$	$\varphi = \frac{1}{6}$ m	v Meter	$\frac{L_1}{L_0}$	$m\varphi$	$\varphi = \frac{1}{6}$ m	v Meter	$\frac{L_1}{L_0}$	$m\varphi$	$\varphi = \frac{1}{6}$ m	v Meter	$\frac{L_1}{L_0}$	$m\varphi$	$\varphi = \frac{1}{6}$ m	v Meter	$\frac{L_1}{L_0}$
0	0,023	0,14	29,2	0	0,029	0,17	23,1	0,10	0,035	0,21	20	0,17	0,030	0,23	17,6	0,30	0,061	0,37	11,2	0,50
0,010	0,028	0,17	25	0	0,040	0,24	17	0,32	0,052	0,31	13,2	0,50	0,062	0,37	11	0,51	0,167	1,00	4,1	0,90
0,020	0,034	0,20	20,5	0	0,054	0,32	13	0,43	0,072	0,43	9,4	0,64	0,096	0,58	7	0,70	($\operatorname{tg}\eta = 0{,}012$)			
0,040	0,049	0,29	14,5	0	0,089	0,53	8	0,48	0,130	0,78	5,2	0,66	0,167	1,00	4,1	0,74				
0,060	0,066	0,40	10,4	0	0,128	0,77	5	0,49	0,167	1,00	4,1	0,66	($\operatorname{tg}\eta = 0{,}038$)							
0,080	0,085	0,51	8	0	0,167	1,00	4,1	0,50	($\operatorname{tg}\eta = 0{,}052$)											
0,100	0,104	0,62	6,5	0																
0,150	0,153	0,92	4,5	0																
0,163	0,167	1,00	4,1	0																

mit der Langsamkeit der Bewegung. Während bei einer Locomotive ohne Zug ($\alpha = 0$) der Nutzeffect auch 0 ist, steigt er an der Grenze der Bewegungsmöglichkeit ($m = 1$; $v = 4^m,10$) bei $\alpha = 1$ auf 50%, bei $\alpha = 2$ auf 66%, bei $\alpha = 3$ auf 74%, bei $\alpha = 10$ auf 90%. Aehnliche Resultate ergeben sich, wenn man die der Zahl $1 + \frac{1}{\alpha}$ proportionale Arbeit, welche zum Befördern eines Zuges auf eine Höhe erforderlich ist, betrachtet.

Fig. 1.



Diese wichtigen Beziehungen, welche sich in den numerischen Resultaten nach der Güte der Locomotivconstruction und des Brennmaterials, sowie nach der von der Witterung abhängigen Reibungsgrösse φ, immer noch etwas ändern können, beherrschen das ganze Wesen des Betriebes mit freien Locomotiven auf unseren Eisenbahnen.

Man erkennt sofort, dass man innerhalb der Betriebsmöglichkeit für freie Locomotiven nicht eine principielle Unterscheidung zwischen Bergbahnen und Nicht-Bergbahnen machen kann; der Sprachgebrauch indessen hat sich so festgestellt, dass Steigungen von etwa 20 und mehr Tausendtheil den Bergbahnen zugetheilt werden. Wir nennen unter den Bahnen mit besonders starken Steigungen folgende:

Provisorische Bahn über die blauen Berge in Virginien (V. St.) tg η = 0,056
Eisenbahn über die Andeskette in Peru von Callao bis La Oroya
mit einem Scheiteltunnel 4769^m über dem Meer, . . - = 0,049
185 Kilom. an der Ostseite lang mit einer Durchschnittssteigung, ... - = 0,025
Enghien-Montmorency (bei Paris, Nordbahn) . . . . . - = 0,045
Ponte Decimo-Busalla (Turin-Genua) . . . . - = 0,035
Mont-Cenis Nordseite (NB. nicht die provisorische Fell'sche Bahn) . . . . - = 0,035
Mont-Cenis Südseite . . . . - = 0,032
Erkrath-Hochdahl (Berg.-Märk. Eisenb.) theilweise noch Seilbetrieb . . . . - = 0,033
Lüttich-Ans (Belgische Staatsbahn) . . . . - = 0,030
Andrezieux-Roanne (Frankreich) . . . . - = 0,029
Birmingham-Gloucester . . . . - = 0,027
Aachen-Ronheide (Rheinische Bahn) . . . . - = 0,026
Semmering, Brenner, St. Gotthard, Apenninen-Bahn . . . - = 0,025
Schwarzwaldbahn-Strecke Hornberg-Sommerau . . . . . - = 0,017 bis 0,0185.

Mehrere der bezeichneten Strecken, aus den ersten Zeiten des Eisenbahnbaues stammend, waren mit Seilbetrieb ausgerüstet oder für diesen Betrieb bestimmt, werden jedoch heute ganz oder doch überwiegend mit freien Locomotiven betrieben.

Die Wahl der Steigung von 25‰ für die Gebirgsstrecken grosser Haupteisenbahnlinien, welche mit freien Locomotiven befahren werden, hat seine Begründung darin, dass hierbei noch eine bedeutende Transportfähigkeit erreicht wird. Setzt man nämlich in die Formeln tg $\eta = 0{,}025$, so ergiebt sich:

$\alpha = 0$	$v = 19^m$	$m = 0{,}22$	$\frac{L_1}{L_0} = 0$
$\alpha = 1$	$v = 11^m{,}3$	$m = 0{,}36$	- = 0,47
$\alpha = 2$	$v = 8^m$	$m = 0{,}51$	- = 0,66
$\alpha = 3$	$v = 5^m{,}8$	$m = 0{,}70$	- = 0,72
$\alpha = 4{,}86$	$v = 4^m{,}1$	$m = 1{,}00$	- = 0,82

Diese Resultate zeigen, dass die leichten Züge ($\alpha = 1$ bis 2) mit geringen Adhäsionsgraden ($m = 0{,}36$ bis $0{,}51$) und grossen Geschwindigkeiten ($v = 11^m{,}3$ bis 8^m), aber auch noch verhältnissmässig schwere Züge ($\alpha = 3$ bis $4{,}86$) mit grösseren Adhäsionsgraden ($m = 0{,}7$ bis 1) und mässigen Geschwindigkeiten ($v = 5^m{,}8$ bis $4^m{,}1$ befördert werden, wobei der Nutzeffect, besonders bei den schweren Zügen und geringen Geschwindigkeiten, noch sehr vortheilhafte Grössen behält. Bahnen, auf welchen mit einer Locomotive die 4,86fache Zuglast geschleppt werden kann, sind vollkommen im Stande, den grössten Verkehr, welcher heute auf einer Eisenbahnlinie überhaupt stattfindet, aufzunehmen.

Von hervorragender Wichtigkeit für die Entwickelung des Eisenbahnwesens ist es nun, dass in neuester Zeit der gelungene Versuch gemacht worden ist, sehr viel steilere Strecken als bisher mit freien Locomotiven zu befahren, nämlich den bei Zürich gelegenen bekannten Uetliberg durch eine Eisenbahn zugänglich zu machen.

§ 2. Uetliberg-Bahn. — Die nachstehenden ausführlichen Mittheilungen über den Bau und Betrieb dieser Bahn verdanken wir dem Herrn Ingenieur Tobler durch dessen empfehlenswerthe Broschüre »Die Uetliberg-Bahn«, Zürich 1876.

Lage und Verkehr. Der Uetliberg, in gerader Linie etwa 5 Kilom. von Zürich entfernt und bis zu einer Höhe von 460 Meter über dem Meer ansteigend, bietet eine prachtvolle Aussicht auf die Stadt und ihre Umgebung, den See und das Limmatthal, auf die ganze Alpenkette von Säntis im Osten bis zum Stockhorn im Westen, auf den Jura, die Vogesen und den Schwarzwald. Wohl kein anderer Berg von so mässiger Höhe gewährt eine ebenso schöne und ausgedehnte Rundsicht. Von den Bewohnern von Zürich und Umgebung wurde dieser schöne Aussichtspunkt schon längst vielfach besucht, nicht bloss zur Sommerzeit, sondern auch im Winter; auch die zahlreichen durchreisenden Fremden fingen an, demselben ihre Aufmerksamkeit zu schenken, trotzdem der nahe gelegene und besser bekannte Rigi seine Anziehungskraft geltend machte und die Zugänge auf den Uetli stellenweise sehr steil und beschwerlich waren. Es schien daher bei der unmittelbaren Nähe einer Stadt wie Zürich, die mit ihren Ausgemeinden eine Bevölkerung von mehr als 60,000 Einwohnern zählt und Jahr aus Jahr ein eine grosse Zahl durchreisender Fremden beherbergt, gerechtfertigt, den so günstig gelegenen Punkt zugänglicher zu machen. Wiederholte Versuche, eine fahrbare Strasse auf denselben herzustellen, scheiterten zwar an mancherlei Schwierigkeiten.

Als aber Anfangs des Jahres 1873 mehrere unternehmende Männer von Zürich einen Aufruf zur Gründung einer Actiengesellschaft für den Bau und Betrieb einer Eisenbahn auf den Uetliberg ergehen liessen, fanden sich sofort die Mittel zur Ausführung dieses Unternehmens.

Das Terrain zwischen Zürich und dem Uetliberg ist das folgende:

Die Thalsohle bis nahe an den Fuss des Berges erhebt sich ganz allmählich und erlaubt Steigungen anzunehmen, welche noch vortheilhaft mit gewöhnlichen Locomotiven befahren werden können. Der Bergabhang dagegen steigt, namentlich in der geraden Richtung von der Stadt gegen die Spitze des Berges hin, so steil an, dass man auf die kürzeste Richtung verzichten und eine seitliche Entwickelung in Aussicht nehmen musste. Die Bodenbeschaffenheit des Bergabhanges ist auch in baulicher Beziehung sehr ungünstig. Die Oberfläche desselben besteht nämlich aus einem lockeren, mit Sand vermischten Lehmboden, der sich in Berührung mit Wasser sehr leicht auflöst und zerfliesst, an vielen Stellen auf einem abschüssigen Untergrund ruht und ausserordentlich zu Abrutschungen geneigt ist. Auch in dieser Beziehung war es geboten, die steileren Gehänge zu vermeiden und auf die Vortheile einer möglichsten Abkürzung der Bahn zu verzichten.

§ 3. Wahl des Systems. — Bei diesen eigenthümlichen Verhältnissen war die Wahl des anzuwendenden Systems eine schwierige. Die auf die Thalsohle fallende, beiläufig drei Kilometer lange Bahnstrecke eignet sich am besten für den gewöhnlichen Locomotivbetrieb; der übrige am Bergabhange liegende Theil der Linie dagegen enthält Steigungen, die man nach den bisherigen Anschauungen nur durch besondere Hülfsmittel bewältigen konnte.

Nachdem nun verschiedene Vorschläge (Zahnrad-Locomotiven, Omnibuslocomotiven etc.) keine befriedigende Lösung in Aussicht stellten, beauftragte das Comité die Herren Professoren am Polytechnikum, Culmann und Pestalozzi sowie den Ingenieur Tobler in Zürich, ein Gutachten über den Bau der Uetlibergbahn abzugeben. Dabei wurde den Sachverständigen namentlich die Frage vorgelegt, auf welche Weise es möglich sei, Züge von 60—80 Personen in Zeit von 30—35 Minuten von der Stadt bis auf den Gipfel des Berges zu befördern.

Der Vorsitzende der Gesellschaft, Herr Huber, und Ingenieur Tobler waren ausserdem beauftragt, bereits bestehende ähnlich betriebene Bahnstrecken zu bereisen. Dieselben besuchten zunächst die steilste, bisher zur Beförderung von Personen benutzte Bahn, nämlich die Strecke von Enghien (Station der französischen Nordbahn bei Paris) nach Montmorency. Diese in Normalspur erbaute 3 Kilom. lange Bahn enthält auf 1,1 Kilom. Länge eine Steigung von 45°/₀₀, wird mit dreiachsigen Maschinen von 31,4 Tonnen Gewicht, die mit dem Lechatelier'schen Bremsapparate versehen sind, betrieben; es werden Züge von 54 Tonnen auf der stärksten Steigung mit 30 Kilom. per Stunde (8^m,3 per Secunde) fortbewegt, ohne dass die Dampfspannung abnimmt.

Ein zweiter besuchter Ort war Tavaux (Dep. de l'Aisne). Dort ist eine schmalspurige für Waarentransport bestimmte Bahn, mit einer kurzen Maximalsteigung von 81 $^0/_{00}$. Die nicht besonders vollkommene Betriebseinrichtung verwendete eine Locomotive mit nur

einer Backenbremse an der Hinterachse, welche Züge vom gleichen Gewicht mit 8—10 Kilom. Geschwindigkeit (2^m,2 bis 2^m,8 in der Sec.) aber auf gesandeten Schienen beförderte.

Man entschloss sich, beim Entwurfe für die Uetliberg-Bahn Maximalsteigungen von 70‰ und Curven bis herunter zu 150^m Radius zu verwenden. Es ist jedoch an einer Stelle in 67‰ Steigung eine Curve von 135^m Radius zur Vermeidung grösserer Erdarbeit eingeschaltet worden.

§ 4. Bahnlinie. — Die erste Aufgabe der genannten Herren bestand selbstverständlich in der Ermittelung einer Linie mit möglichst geringen Steigungen. Mit Hülfe der vorhandenen topographischen Karte und durch Localaugenschein konnte festgestellt werden, dass es möglich sei, eine Bahn mit 75‰ bis höchstens 80‰ Steigung in ziemlich befriedigender Weise der Bodenoberfläche anzupassen. Es wurde eine Linie in Aussicht genommen, die vom Fusse des Berges an, in möglichst directer Linie, mit 75‰ am nördlichen Abhang emporstieg und eine Längenentwickelung von 8—8,5 Kilom. erhielt. Der kleinste Krümmungshalbmesser sollte nicht weniger als 100^m betragen, und zur Ausgleichung der Widerstände in den stärksten Curven die Steigung bis auf 50‰ vermindert werden.

Die andere Aufgabe der Sachverständigen war, zu untersuchen, ob es möglich sei, mit gewöhnlichen Locomotiven und ohne Anwendung künstlicher Hülfsmittel die erforderliche Adhäsion zu erzielen, um die Widerstände zu überwinden, welche sich bei einem Zuge von 2 Personenwagen mit 80 Personen im Gewichte von 16 Tonnen auf einer Steigung von 75‰ ergeben. Zur Beförderung dieser Last sollte eine mit entsprechender Zugkraft versehene 18 Tonnen schwere Tenderlocomotive mit 2 gekuppelten Achsen verwendet werden. Es ergab sich somit ein totales Zuggewicht von 34 Tonnen. Der Zugwiderstand auf horizontaler Bahn beträgt erfahrungsmässig nicht über 6 Kilogr. per Tonne, auf den Steigungen wächst derselbe pro Mille Steigung um 1 Kilogr. und steigt somit bei der Maximalsteigung von 75‰ auf 81 Kilogr. Der Widerstand des ganzen Zuges von 34 Tonnen beträgt demnach 2754 Kilogr. und erfordert bei einem Adhäsionsgewicht von 18 Tonnen einen Reibungscoëfficienten von $\frac{2754}{18000} = 0,153$. Durch Vergleichung der Leistungen von Locomotiven auf anderen Bahnen mit starken Steigungen wurde sodann nachgewiesen, dass der Reibungscoëfficient bei günstigem Schienenzustand bis auf 0,20 steigt, bei ungünstiger Witterung aber bis auf 0,12 sinkt. Im letzteren Falle ist jedoch kein so starker Zudrang von Passagieren zu erwarten, so dass dann ein Wagen genügen würde; überdies könnte man, wenn nöthig, mit Sanden die Adhäsion steigern.

Aus diesen Untersuchungen ergab sich somit die Möglichkeit, Rampen von 75‰ mit gewöhnlichen, lediglich auf dem Adhäsionsprincip beruhenden Locomotiven zu ersteigen, vorausgesetzt, dass die angehängte Last entsprechend ermässigt wird. Bei der Thalfahrt wirken die Zugwiderstände der Schwerkraft entgegen, und ist deshalb zum Anhalten eines Zuges weniger Adhäsion nothwendig, als zum Aufwärtsfahren, falls die gleiche Geschwindigkeit eingehalten wird. Wenn die Locomotive im Stande ist, den Zug hinaufzuschaffen, so muss sie ihn auch ohne Mithülfe der Wagenbremsen anhalten können. Uebrigens wurde als selbstverständlich angenommen, dass sämmtliche Wagenräder mit Bremsen versehen werden. Unter diesen Umständen konnte man die volle Beruhigung haben, dass Gefälle von 75‰ auch mit Sicherheit bergab befahren werden können, wenn diejenige Geschwindigkeit, welche bergauf eingehalten werden muss, beim Bergabfahren nicht überschritten wird.

Die Sachverständigen gelangten deshalb übereinstimmend zu der Ansicht, dass die in Aussicht genommene Bahnlinie mittelst gewöhnlicher auf dem Adhäsionsprincip beruhender Locomotiven befahren werden könnte. Um einen möglichst sicheren Betrieb zu erzielen, sollten die Wagen bergaufwärts nicht gezogen, sondern geschoben werden, umgekehrt bei der Thalfahrt hinter der Locomotive stehen und ferner die Locomotiven ausser den gewöhnlichen Bremsen, mit welchen auch alle Wagen versehen wären, noch Luftbremsen oder Gegendampfbremsen erhalten.

Als Spurweite wurde die Normalweite von 1^m,435 empfohlen.

Obwohl es nach diesem Gutachten zulässig erschien, die Bahn schon vom Fusse des Berges an mit der Maximalsteigung von 75‰ ansteigen zu lassen, so glaubte man doch diese Steigung nicht auf den ganzen Abhang ausdehnen, sondern im Interesse einer grösseren Sicherheit auf eine möglichst kurze Strecke beschränken zu sollen. Nach längeren Studien, welche durch die dicht bewaldeten Abhänge sehr erschwert wurden, ergab

sich, dass man auch an dem oberen steilen Theil des Berges mit 70‰ auskommen könne, wenn man darauf verzichte, die Höhe des Plateaus zu erreichen, auf welchem gegenwärtig das neue Hôtel steht, und sich damit begnüge, die Station etwas tiefer am Abhange desselben zu legen. Ueberdies hätte dieses Plateau nur mit einer Serpentine von weniger als 100m Halbmesser erreicht werden können. Mit Rücksicht auf eine zweckmässige Construction des ganzen Fahrmaterials schien es aber angemessen, eine so scharfe Curve zu vermeiden.

Bei der Wahl des Stationsplatzes in Zürich wurde in erster Linie eine möglichste Annäherung an das Verkehrscentrum, und in zweiter Linie eine Mitbenutzung oder ein Anlehnen an die Station Enge angestrebt. Die dahin zielenden Projecte scheiterten jedoch an den grossen Kosten, und es wurde deshalb der gegenwärtige Platz gewählt.

Von diesem Platz ausgehend überschreitet nun die Linie mittelst eiserner Brücken die linksufrige Zürichseebahn und den oft wilden Gebirgsstrom, die Sihl, gewinnt allmählich mit 20, 30, 40, und 50‰ ansteigend den Fuss des Berges, ersteigt, sich westlich hinziehend, mit 55‰ den bewaldeten Abhang, wendet sich dann im scharfen Bogen links, hierauf wieder rechts auf die südliche Seite des Berges, immer steiler ansteigend bis zu der mehr als einen Halbkreis bildenden und in einer Steigung von 67‰ liegenden Bahncurve bei Ringlikon, von da geht sie nochmals auf den nördlichen Abhang über, wendet sich dann weiter am Kamm hinauf und erreicht zuletzt mit der Maximalsteigung von 70‰ die Station Uetliberg.

Das Längenprofil der Bahnlinie ist auf Taf. LXXIII, Fig. 7 dargestellt.

Die Länge der ganzen Bahn beträgt 9167 Meter, davon liegen 4302m (47%) in gerader Linie und 4865m (53%) in Curven. Als Minimalradius ist auch auf der grössten Steigung derjenige von 150m angenommen; in der Bahncurve bei Ringlikon musste jedoch auf 135m hinuntergegangen werden.

Die Höhendifferenz zwischen den beiden Stationen beträgt 399 Meter, die ganze zu ersteigende Höhe, einschliesslich der Gegensteigung bei dem Uebergange über die linksufrige Seebahn 401m,5.

Ausser den beiden Endstationen sind keine weiteren Stationen in Aussicht genommen, weil einerseits die hierzu geeigneten Stellen von den Ortschaften entfernt und überdies schwer zugänglich sind, andererseits wegen der beschränkten Leistungsfähigkeit der Locomotiven, auf so starken Steigungen keine regelmässige Beförderung von und nach Zwischenstationen zugesichert werden konnte. Dagegen sind am Fusse des Berges, auf der halben Höhe desselben bei Neuhaus, und unterhalb der Kehrcurve bei Ringlikon in Expropriation und Unterbau Ausweichstationen angenommen, deren vollständiger Ausbau jedoch erst bei eintretendem Bedürfniss stattfinden wird. Im Uebrigen wurde die Bahn durchweg einspurig gebaut.

§ 5. Bahnkörper. — Die Krone des Bahnkörpers hat eine Breite von 3m,60, die Tiefe der Seitengräben beträgt 0m,60, die normale Dicke des Schotterbettes 0m,40. Die Böschungen der Dämme und Einschnitte haben in der Regel eine Anlage von 0m,5—1m,0 Höhe.

Die Grundfläche, welche zur Herstellung der Bahnanlage erworben werden musste, beläuft sich im Ganzen auf 237,573 Quadratmet., davon kommen:

Auf den Bahnkörper und die Stationen	145372 □m	oder	61,1 %
- die Materialgewinnungsplätze . .	17994 -	-	7,4 -
- - Wegeanlagen u. s. w. . . .	26242 -	-	11,4 -
- - übrigen Abschnitte	47965 -	-	20,1 -
Zusammen	237573 □m	oder	100 %.

Die durchschnittliche Breite des ganzen Bahngebiets beträgt somit 25m,9 und nach Abzug der verfügbaren Landabschnitte 20m,7.

Bei der schon Eingangs erwähnten ungünstigen Beschaffenheit des Bergabhanges mussten tiefe Einschnitte, noch mehr aber hohe Auffüllungen möglichst vermieden werden, wenn nicht Abrutschungen entstehen sollten. Durch sorgfältiges Anschmiegen der Linie an die Bodenfläche suchte man zwar solchen Bewegungen vorzubeugen und zugleich die Erdarbeiten und die Kunstbauten auf ein Minimum zu bringen. Ungeachtet der Annahme kleiner Krümmungshalbmesser konnten aber bei einzelnen Mulden und Schluchten grössere Auffüllungen nicht vermieden werden, wenn man die Linie nicht sehr verunstalten wollte. Wohl suchte man bei der Ausführung durch Anschneiden von Stufen und Entwässerung des Unter-

grundes den befürchteten Bewegungen entgegen zu wirken; allein die Stufen erwiesen sich an einigen Stellen als nutzlos, weil der anscheinend feste Boden in grösserer Tiefe auf einem steil abfallenden Untergrunde aufruhte und durch die Last des Dammes abgedrückt wurde; und die Entwässerung war mitunter nicht wirksam genug, weil das Wasser, das an vielen Orten nur durch den Untergrund hindurch schwitzt, bei trockener Witterung weder aufgefunden noch abgeleitet werden konnte. Der in den Einschnitten gewonnene oder sonst verfügbare Boden erwies sich zur Herstellung der Dämme gleichfalls als sehr ungeeignet, indem er im aufgelockerten Zustande die atmosphärischen Niederschläge sehr leicht in sich aufnimmt und flüssig wird, bei Frost und trockener Witterung dagegen viele leere Zwischenräume in den Auffüllungen bildet, die später starke Setzungen und theilweise Abrutschungen zur Folge hatten. Diese ungünstige Beschaffenheit des Baugrundes, in Verbindung mit der stets wechselnden Gestalt der Bodenfläche, nöthigten vielfach zur Annahme von Curven mit sehr kleinen Krümmungshalbmessern.

Die gesammte Erdbewegung beläuft sich auf ca. 150,000 Cubikmet. Die Schwierigkeiten der Ausführung lagen nicht sowohl in der Masse des zu bewältigenden Materials, als vielmehr in der schlechten Beschaffenheit desselben und in dem durch die starken Gefälle erschwerten Transporte. Da die Einschnitte selbstverständlich nicht von Anfang an auf die volle Tiefe vorgetrieben werden konnten, so mussten bei der Anlage von Rollbahnen Gefälle bis auf 10 % und darüber angenommen werden. Die Rollwagen, ca. 1 Cubikmet. enthaltend, waren mit Bremsen versehen, die auf beide Räderpaare wirkten. Auf diesen Rampen wurden die vollen Wagen nur mittelst der Bremsen heruntergelassen, wobei allerdings nur langsam gefahren werden durfte. Es zeigte sich aber auch bei diesen starken Gefällen, dass die einfache Adhäsion unter allen Witterungsverhältnissen zum Hemmen der Wagen hinreichte, wenn vorsichtig gefahren wurde, und es gewährte diese Wahrnehmung eine Beruhigung für den einstigen Betrieb der Bahn. Die Räder der Rollwagen bestanden aus Schalenguss und zeigten nach Vollendung des Baues eine kaum wahrnehmbare Abnutzung ihrer Oberfläche. Bergwärts wurden die leeren Wagen meistens mit Pferden befördert.

§ 6. Kunstbauten. — Die erforderlichen Kunstbauten wurden grösstentheils aus Stein ausgeführt mit Ausnahme derjenigen, bei welchen die mangelnde Höhe Eisenconstruction veranlasste.

Die wichtigeren Kunstbauten der Bahn bestehen in einem Viaduct über die linksufrige Zürichseebahn mit einer lichten Weite von $11^{m},6$ und einer lichten Höhe von $4^{m},26$; in der Ueberbrückung der Sihl mit 3 Oeffnungen von zusammen $67^{m},8$ lichter Weite, zwischen den Widerlagern gemessen, mit einem continuirlichen Fachwerkträger und der zwischenliegenden Fahrbahn versehen, und in einem gewölbten mit Einfallschacht und Absturz versehenen Durchlass für den Hubbach von $1^{m},5$ lichter Weite und 40 Met. Länge. Ausserdem wurden unter der Bahn 40 kleinere Durchlässe von $0^{m},5 — 1^{m},5$ lichter Weite und 3 Durchfahrten für Waldwege hergestellt.

§ 7. Oberbau. — Der Oberbau hat die normale Spurweite und besteht aus breitbasigen Schienen im Gewicht von 30 Kilogr. per lfd. Meter, welche mittelst Hakennägeln und Unterplatten auf Querschwellen befestigt und an den Enden mit einer kräftigen Laschenverbindung versehen sind. Die Anschlussflächen der Laschen am Kopf und Fuss der Schienen haben nämlich nur eine Neigung von 1 : 5 und gewähren deshalb gegenüber den sonst üblichen steileren Anschlussflächen schon bei mässigem Anziehen der Laschenbolzen eine sehr feste Verbindung unter sich. Die Stösse sind schwebend angeordnet zwischen zwei 0,8 Met. von einander entfernten Querschwellen, während die übrigen Querschwellen $0^{m},9$ von Mitte zu Mitte entfernt liegen. Um ein Lockerwerden der Laschenbolzen zu verhindern, sind unter den Muttern derselben eiserne Unterlagsplättchen angeordnet, welche an einem der beiden Enden mittelst eines Meissels aufgebogen werden können; das Verhalten der Stossverbindungen ist aber der Art, dass voraussichtlich von diesem Mittel kein Gebrauch gemacht werden muss. Auf einer der Stossschwellen sind walzeiserne Unterlagsplatten angebracht, mit je zwei Löchern an der äusseren und einem Loch an der inneren Seite der Schienen zur Aufnahme starker Hakennägel. Die Einklinkungen sind stets thalwärts angeordnet. In den stärkeren Curven liegt in dem äusseren Schienenstrang auf jeder Querschwelle eine Unterlagsplatte, um alle 3 Hakennägel gegen das seitliche Ausbiegen der Schienen in Mitleidenschaft zu ziehen. Das Gestänge zeigt dann auch eine grosse Festigkeit

gegen verticale und seitliche Verschiebungen. Die Schienenstösse sind bei dem Befahren kaum fühlbar.

Die Schwellen (grösstentheils von Buchenholz und nach dem Verfahren von Dr. Boucherie mit Kupfervitriol imprägnirt) haben eine Länge von $2^m,4$, eine Breite von $0^m,21$ — $0^m,24$ und eine Dicke von $0^m,145$. Fig. 5 auf Taf. LXXII zeigt das Schienenprofil und die Befestigungsmittel in halber natürlicher Grösse.

Die Schienen bestehen aus Walzeisen und gestatten nach den vorgenommenen Proben eine Achsenbelastung bis auf 10 Tonnen; sie wurden den Stahlschienen, welche bei gleicher Tragfähigkeit bekanntlich um 15—18% leichter hätten angenommen werden dürfen, hauptsächlich deshalb vorgezogen, weil sie wegen etwas grösserer Masse den Erschütterungen besser widerstehen und leichter nach den verschiedenen Krümmungshalbmessern gebogen werden können. Bekanntlich sind Stahlschienen in letzterer Beziehung sehr ungefügig und erleiden leicht Brüche. Die Curvenschienen wurden einfach durch Niederdrücken mittelst Hebeln und durch Hammerschläge auf die eine Kante des Schienenfusses gebogen. Die Continuität des Gestänges lässt nichts zu wünschen übrig. Mit Rücksicht auf den kurzen Radstand der Fahrzeuge und die während des Betriebs von selbst sich ergebende Vermehrung der Spurweite ist in den Curven eine sehr geringe Erweiterung, dagegen eine starke Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges inne gehalten, erstere nach der Formel $e = \frac{d^2}{2R}$, letztere nach der Formel $h = \frac{v}{R}$ berechnet, wobei d den Radstand der Locomotive gleich 2 Met., v die Geschwindigkeit in Kilom. (16—20 Kilom. per Stunde je nach der Lage der Curven) und R den Halbmesser der Krümmungen bedeutet. Die sich hieraus ergebenden Maasse entsprechen vollkommen den Verhältnissen des Betriebes. Das Befahren auf den stärksten Curven findet ohne erhebliche Seitenreibung der Spurkränze statt.

Die Ausweichgleise sind mit Radien von 150 Met. gelegt; die Kreuzungsspitzen haben eine Neigung von 1 : 8. Die Weichen sind nach der allgemeinen üblichen Construction mit zwei gleich langen unterschlagenden Zungen versehen und liegen mittelst gusseiserner Sättel auf hölzernen Rosten; die Herzstücke bestehen aus gewöhnlichen Schienen, die auf Blechplatten von 9^{mm} Dicke aufgenietet sind. Die Länge der Ausweichgleise ist so gewählt, dass vom Anfang der Weiche bis ans Ende der Herzstücke 4 Schienen von 6 Met. Länge gerade ausreichen, so dass das Einlegen von Weichen in alle mit normaler Schienenlänge gelegten Gleise nach Wegnahme der entsprechenden Anzahl Schienen ohne Weiteres erfolgen kann. Drehscheiben kommen, da die Maschinen vor- wie rückwärts fahren können und ihre Stellung zu den Wagen bei der Bergfahrt, wie bei der Thalfahrt die gleiche ist, nicht vor.

§ 8. Locomotiven. — Die vortheilhaftesten Locomotiven für starke Steigungen sind bekanntlich Tenderlocomotiven, bei welchen das ganze Gewicht mit Wasser und Brennmaterial mitwirkt, und die bei möglichst geringem Gewichte eine grosse Heizfläche besitzen. Sollen aber solche Maschinen auf das höchste Maass ihrer Leistung gebracht werden, so müssen sie in allen Theilen den eigenthümlichen Verhältnissen der Bahn angepasst werden, für welche sie bestimmt sind.

Als Minimalleistung wurde verlangt, dass die Locomotiven unter allen Witterungsverhältnissen eine Last von wenigstens 16 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 20 Kilomet. per Stunde auf die Höhe des Berges befördern. Auf den Steigungen von mehr als 60‰ und in den Curven von weniger als 180^m Halbmesser durfte die Geschwindigkeit auf 16 Kilomet. heruntergehen, und bei ungünstigem Zustande der Schienen gesandet werden.

Die grösste Schwierigkeit, eine kräftige und ökonomisch arbeitende Maschine herzustellen, bestand augenscheinlich in dem durch die starken Curven beschränkten Radstand. Alle Versuche, das Befahren scharfer Curven durch Maschinen mit grossem Radstand und beweglichen Achsen zu ermöglichen, haben bis jetzt immer nur zu complicirten, steten Reparaturen unterliegenden und kostspieligen Constructionen geführt. Lange Kessel dürften wegen der bedeutenden Unterschiede im Wasserstande beim Befahren von so starken Steigungen ohnehin nicht in Anwendung kommen. Es war somit geboten, Maschinen mit möglichst kurzem Radstand und festgelagerten Achsen zu wählen.

Mit Rücksicht auf die in den stärkeren Curven angenommene geringe Geschwindigkeit von 16 Kilom. wurde ein Radstand von $2^m,25$, beiläufig die anderthalbfache Entfernung der Contactkreise der Räder als angemessen und zulässig erachtet.

Zur Erzielung einer ausreichenden Verdampfungsfähigkeit mussten die kurzen Kessel möglichst grosse Roste und grosse directe Heizflächen erhalten und für den höchsten zulässigen Dampfdruck von 12 Atmosphären construirt werden. Durch Annahme kleiner Treibräder (von $0^m,80$—$1^m,00$ Durchmesser) und das dadurch bedingte rasche Kolbenspiel konnte eine lebhafte Verbrennung und zugleich eine vortheilhafte Verwendung des Dampfes erreicht werden. Kleine Räder haben überdies den Vortheil, etwas leichter durch die Curven zu gehen und weniger zu gleiten als grosse, dürfen aber allerdings auch nicht zu stark belastet werden. Hinsichtlich der Zahl der Räder blieb den Lieferanten freigestellt, 4 oder 6rädrige Locomotiven vorzuschlagen, vorausgesetzt, dass bei den ersteren die Belastung nicht mehr als 10 Tonnen pro Achse betrage. Wenn einerseits die 4rädrigen Maschinen ein möglichst geringes Eigengewicht und ein leichteres Passiren der Curven erwarten liessen, so haben andererseits Maschinen mit dreifach gekuppelten Achsen die nicht gering anzuschlagenden Vortheile einer geringeren Belastung der Schienen und einer etwas grösseren Adhäsion.

Um die Geschwindigkeit der Züge bei der Thalfahrt nicht nur leicht und sicher, sondern auch mit möglichster Schonung der Räder und Schienen reguliren zu können, musste die Hemmung wesentlich in den Bewegungsmechanismus verlegt und durch Anwendung von Gegendampf oder durch Comprimiren atmosphärischer Luft bewerkstelligt werden. Zu grösserer Sicherheit sollten die Locomotiven aber gleichwohl mit kräftigen und schnell wirkenden Backenbremsen versehen werden.

Auf Grundlage obiger Bedingungen wurde sodann das Programm für die Lieferung der Locomotiven festgestellt und eine Anzahl bekannter Fabriken um Eingaben ersucht.

Herr Krauss in München brachte danach eine Construction in Vorschlag, deren Verhältnisse den aufgestellten Bedingungen vollkommen entsprach, und übernahm auch die Garantie der bedungenen Leistungsfähigkeit.

Diese Locomotiven sind auf Taf. LXXII in Fig. 1—4 dargestellt; dieselben haben drei zwischen Feuerbüchse und Rauchkammer liegende verkuppelte Achsen. Die Rahmen liegen innerhalb der Räder, die Cylinder horizontal ausserhalb, die Steuerung ist ebenfalls aussenliegend. Die unter dem Kessel liegenden und mit dem Rahmen verbundenen Wasserkasten haben einen Fassungsraum von 2,75 Cubikmet. Die Kohlenkasten, ca. 600 Kilogr. enthaltend, sind auf beiden Seiten des Führerstandes angebracht. Das ganze Gewicht der Maschinen nebst Vorräthen wird somit zur Adhäsion benutzt.

Die Hauptmaasse dieser Maschinen sind folgende:

Rostfläche	1,0 □m
Directe Heizfläche	4,95 -
Indirecte -	67.35 -
Totale -	72,30 -
Grösste Dampfspannung	12 Atmosphären
Cylinder-Durchmesser	320 mm
Kolbenhub	540 -
Treibrad-Durchmesser	910 -
Grösster Achsenstand	2000 -
Gewicht der Maschine, leer	19 Tonnen
- - - mit Vorräthen	24—25 -

Der Rost ist für Steinkohlenfeuerung eingerichtet und mit Roststäben von 13mm Dicke und gleich grossen Oeffnungen versehen. Der Aschenkasten ist hinten und vorn mit verstellbaren Luftklappen versehen. Die Feuerbüchse besteht aus Kupferplatten von 14 resp. 24mm Dicke; die Decke ist durch Hängebolzen mit der direct an den Langkessel sich anschliessenden äusseren Wand verbunden. Der cylindrische Theil des Kessels hat einen Durchmesser von 1200mm, eine Länge von 2800mm und besteht aus Eisenblechen von 13mm Dicke; die Siederöhren, von Eisen mit Kupferstutzen, haben einen äusseren Durchmesser von 44mm. Die Capacität des Kessels beträgt 2,70 Cubikmet. Das Verhältniss der directen Heizfläche zur indirecten ist wie 1 : 13.

Das Admissionsrohr befindet sich im vorderen Theile des Kessels; der Regulator besteht aus einem Ventil, das vom Führerstande aus mittelst einer Schraubenspindel bewegt werden kann, und sitzt in einem eigenen Gehäuse in der Rauchkammer. Der Kessel hat somit keinerlei Ansätze oder Durchbrechungen, welche dessen Solidität beeinträchtigen könnten.

Die Auflagerung des Kessels findet in drei Punkten statt; Mittel- und Hinterachse haben zwei gemeinschaftliche Langfedern, welche direct auf den Federstützen der Achsen ruhen und in deren Mitte der Rahmen aufgehängt ist; der Vordertheil der Maschine ruht auf einer Querfeder, die mit ihren Enden auf den Achsbüchsen liegt und in der Mitte die Maschine stützt. Die Unebenheiten der Bahn sowie die Veränderungen der Federn können somit keinen erheblichen Einfluss auf die Belastung der einzelnen Achsen und Räder ausüben. Die Hinterachse, welche vermöge ihrer Stellung zu der überhängenden Feuerbüchse etwas mehr belastet ist, als die beiden anderen, dient als Treibachse und gestattet eine grosse Länge der Treibstange. Die kleinen Räder und der kurze Achsenstand ermöglichen das Befahren sehr starker Curven.

Die Hemmung der Locomotive bei der Thalfahrt wird durch comprimirte Luft bewerkstelligt. Wenn der Regulator geschlossen ist und die Kolben durch die abrollenden Treibräder in Bewegung gesetzt werden, also leer laufen, saugen dieselben durch die Dampfausströmung die äussere Luft an. Damit aber nicht Rauch und Russ durch das Blasrohr in die Cylinder gelangen, sind an den Ausströmungskammern selbst Luftventile angebracht, welche vom Führerstande aus geöffnet werden können. Die in die Cylinder eintretende äussere Luft wird bei der Umkehr der Kolben abgeschlossen, comprimirt und in die Dampfeinströmungsrohre gedrückt. Da der Regulator durch die Schraubenspindel zurückgehalten wird, so kann die comprimirte Luft nicht in den Kessel gelangen, dagegen ist oben auf dem Regulatorgehäuse ein Lufthahn angebracht, durch welchen man ebenfalls vom Führerstande aus die Luft nach Belieben entweichen lassen kann. Auf diese Weise wird durch die Compression der Luft ein Widerstand gegen die Bewegung der Maschine erzeugt, welcher hinreicht, nicht nur die Geschwindigkeit des Zuges beliebig zu vermindern, sondern auch den Zug auf den stärksten Gefällen zum Anhalten zu bringen. Um die Erhitzung der Cylinder und Kolben zu vermeiden, wird von einem Behälter aus Wasser in die Cylinder geleitet, das die entwickelte Wärme absorbirt, theilweise verdampft und mit der Luft ausströmt. Im Weiteren sind die Maschinen auch mit Hebelbremsen versehen, welche mittelst Backen von Stahlguss auf die Vorder- und Hinterräder wirken und durch blosses Umlegen der Hebel augenblicklich in Thätigkeit gesetzt werden können. Diese Bremsen werden in der Regel nur auf kleineren Gefällen und auf den Stationen benutzt, auf den stärkeren Gefällen findet die Hemmung fast ausschliesslich mit der Luftbremse statt.

Die Umsteuerung wurde anfänglich mittelst eines Hebels bewerkstelligt, der jedoch durch eine Schraube ersetzt werden musste. Die Nothwendigkeit dieser Aenderung ergab sich namentlich bei der Anwendung der Luftbremse während der Thalfahrt; der Hebel steht alsdann nach vorwärts, während die Schieber die Tendenz haben, denselben nach rückwärts zu reissen. Bei dieser Aenderung, die behufs Regulirung der Bewegung in der Stellung des Hebels vorgenommen werden sollte, trat die Gefahr ein, dass der Hebel zurückgeworfen werden und den Führer verletzen konnte. Die Schraube gestattet dagegen, alle Aenderungen mit grosser Leichtigkeit vorzunehmen.

Behufs Vermehrung der Adhäsion sind die Maschinen mit einer besonderen Vorrichtung zum Reinigen der Schienen versehen worden. Bekanntlich zeigen von Regen abgewaschene Schienen beinahe ebenso grosse Adhäsion als ganz trockene, während bloss angefeuchtete Schienen, an denen Staub und Rost haftet, sehr leicht ein Gleiten der Treibräder veranlassen. Um einem solchen Zustand der Schienen zu begegnen, ist nun die Einrichtung getroffen, dass dieselben entweder durch einen Strahl heissen Kesselwassers, oder auch durch die Injecteure bespritzt und abgewaschen werden können. Zu dem Ende hin gehen von den Speiseköpfen aus kleine Röhren, und zwar von dem einen nach vorwärts, von dem anderen nach rückwärts auf die Schienen hinunter, deren Mündungen dieselben in schiefer Richtung treffen und möglichst nahe bestreichen. Ueberdies sind die Maschinen vorn und hinten mit Sandkasten versehen, damit die Räder, vor- wie rückwärts, mit Sand versehen werden können.

Da die Locomotiven nicht gewendet werden, so ist zum Schutze des Maschinenpersonals der Führerstand sowohl an der hinteren wie an der vorderen Seite geschlossen und mit Fenstern versehen, und nur an den seitlichen Eingängen offen.

Um die tief hinuntergehenden Treib- und Kuppelstangen, sowie die Cylinderhähne vor Beschädigungen durch auf der Bahn liegende fremde Körper zu schützen, sind innerhalb der Cylinder breite Bahnräumer von Winkeleisen in Form eines liegenden Rahmens

angebracht. Im Uebrigen ist das Profil des lichten Raumes durch nichts beschränkt, und entsprechen die Maschinen in allen Theilen den einheitlichen Vorschriften für den durchgehenden Verkehr.

Bei einer Belastung von 25 Tonnen, gleich ihrem Eigengewichte, müssen die Maschinen auf der Steigung von 70‰ eine Zugkraft von $50 \times 75 = 3750$ Kilogr. entwickeln, und wird dabei die Adhäsion mit $\frac{3750}{25000} = 0,150$ in Anspruch genommen. Berechnet man den Effect des Dampfdrucks auf die Kolben nach der bekannten Formel $\frac{p\,d^2\,l}{D}$, in welcher für den vorliegenden Fall p der Dampfdruck im Kessel mit 12 Atmosphären, d der Durchmesser der Cylinder mit 32cm, l der Hub mit 54cm, D der Durchmesser der Räder mit 91cm einzusetzen ist, und nimmt man den mittleren Dampfdruck in den Cylindern zu 0,60 der Kesselpressung an, den inneren Widerstand der Maschine selbst zu 16 Kilogr. per Tonne, so ergiebt sich eine effective Zugkraft von 3975 Kilogr.

§ 9. Wagen. — Bei der Construction der Wagen suchte man durch zweckmässige Anordnungen und durch Verwendung vorzüglicher Materialien das Gewicht derselben möglichst zu vermindern und ein leichtes Durchfahren der Curven zu erzielen, im übrigen aber, wie bei den Maschinen, die einheitlichen Vorschriften für den durchgehenden Verkehr einzuhalten.

Die auf Taf. LXXIII in Fig. 1—5 dargestellten Personenwagen haben Einsteigetreppen mit Perron an den Stirnwänden und einen durchgehenden Gang. Sie sind gedeckt und ringsum mit Fenstern versehen, was denselben ein freundliches Ansehen giebt und den Reisenden eine freie Aussicht gestattet. Die Wagen enthalten nur eine Classe; sie haben 8 Reihen ungepolsterte Bänke, von welchen je 2 und 2 einander gegenüber stehen und der Art angeordnet sind, dass auf der einen Seite des Ganges 2, auf der anderen Seite 3 Sitzplätze sich befinden. Auf einen Wagen kommen somit 40 Sitzplätze. Die Sitze selbst bestehen aus geschweiften, der Form des menschlichen Körpers entsprechenden Lattenbänken aus gefirnisstem Eichenholz, mit Gestellen von Winkeleisen. Von den vorhandenen 9 Wagen sind 3 durch eine verschliessbare Thür in 2 Abtheilungen geschieden, von welchen die eine für Raucher, die andere für Nichtraucher bestimmt ist. Dieselben enthalten zugleich einen am Wagenkasten zwischen den Rädern aufgehängten Behälter für Gepäck. Das Gerippe des Kastens ist von Eschenholz; Füllungen und Verschalungen bestehen aus Pappel- oder Tannenholz. Die äussere Verkleidung ist aus Blech hergestellt. Die Dächer sind mit wasserdichtem Segeltuch überzogen.

Die Längsträger der Gestelle bestehen aus I-Eisen, die Bufferbalken, Querträger und Diagonalversteifungen aus ⊔-Eisen; die Zugstangen sind durchgehend, und wie die Buffer mit Spiralfedern versehen.

Die Räder bestehen aus schmiedeeisernen Radsternen, die Radreifen aus Puddelstahl, die Achsen aus bestem Feinkorneisen.

Die Hauptdimensionen und Gewichte der von Schmieder & Mayer in Karlsruhe gelieferten Personenwagen sind folgende:

Achsenstand	2800mm
Raddurchmesser	610 -
Aussenlänge des Kastens	5740 -
Aeussere Breite	3000 -
Höhe vom Fussboden bis zur Decke	2100 -
Gewicht der Wagen ohne Zwischenwand und Gepäckkasten	5500 Kilogr.
- - - mit - - -	5750 -
- - - per Sitzplatz . . . . 137 resp.	144 -
Flächenraum per Sitzplatz	0,4 □m
Cubischer Raum	0,8 Cubicmet.
Anschaffungskosten per Sitzplatz . . . . . . ca.	137 Frcs.

Für den Transport von Baumaterialien und anderen Gütern wurden 3 offene Güterwagen mit niedrigen beweglichen Seitenwänden angeschafft; sie haben ebenfalls eiserne Untergestelle und gleichen Achsenstand und Raddurchmesser wie die Personenwagen.

Die Hauptdimensionen und Gewichte sind folgende:

Aeussere Länge des Kastens		5600^{mm}
- Breite -	-	2600 -
Tragkraft der Wagen	.	. 7500 Kilogr.
Gewicht -	- , leer	. 3750 -

Bei den lang anhaltenden Gefällen war es von besonderer Wichtigkeit, kräftig wirkende und möglichst wenig Geräusch verursachende Bremsen zu wählen. Sowohl bei den Personen- als bei den Güterwagen sind sämmtliche Räder mit doppelseitig wirkenden Schraubenbremsen, mit Backen von Gussstahl, versehen. Um zu verhüten, dass die Bremsbacken durch das Gewicht der Zugstangen und Hebel einseitig gegen die Räder gedrückt werden und sich an denselben reiben, was namentlich auf den stärkeren Steigungen eintreten könnte, ist, wie aus den Zeichnungen Fig. 6, Taf. LXXIII zu ersehen, das eine Hängeisen über den Drehpunkt hinaus verlängert, und an dem anderen unterhalb des Drehpunktes in gleichem Abstand ein Stützpunkt zur Aufnahme einer Sperrstange angebracht, durch deren Einwirkung die beiden einander gegenüber stehenden Bremsbacken gezwungen werden, sich gleichmässig zu öffnen und zu schliessen.

Da bei doppelgleisig wirkenden Bremsen der Druck der Bremsbacken pro Flächeninhalt nur halb so gross sein muss, als bei einseitigen, so tritt auch die Erhitzung und Abnutzung derselben in geringerem Maasse ein, und es werden zugleich die Achsen, Lager und Achsenhalter mehr geschont. Das bei anderen, namentlich mit Holzklötzen versehenen Bremsen so häufig vorkommende und die Reisenden oft sehr belästigende Schnarren tritt bei den Wagenbremsen der Uetlibergbahn niemals ein. Sie werden allerdings gewöhnlich nur beim Anhalten auf den Stationen und beim Abfahren von der Station Uetliberg in Thätigkeit gesetzt und auf der freien Bahn nur dann benutzt, wenn 3 oder mehr Wagen mit einer Maschine thalwärts gehen. Ihre Wirkung ist so zuverlässig, dass es keinem Anstand unterliegt, mit mehreren Wagen allein ohne Begleitung einer Locomotive mit einer Geschwindigkeit von 20 Kilomet. per Stunde den Berg hinunter zu fahren.

§ 10. Baukosten. — Der vom Oberingenieur Tobler mit Umsicht und Sparsamkeit ausgeführte Bau hat bis Ende des Jahres 1875 gekostet:

1. Allgemeine Verwaltung			Frcs.	49 482,62
2. Technische Vorarbeiten			-	44 851,71
3. Grunderwerbungen			-	296 692,34
4. Bahnbau:	a) Allgemeines	Frcs. 41 206,13		
	b) Unterbau .	- 502 640,59		
	c) Oberbau .	- 331 831,53		
	d) Stationen .	- 42 936,66	-	918 664,91
5. Betriebsmaterial			-	226 178,25
6. Zinsen und Provisionen			-	45 029,13
		Zusammen .	Frcs.	1 580 898,60
		oder per Kilomet.	-	172 455,40.

Mit Ausnahme einiger Vollendungsarbeiten, zur Consolidirung des Bahnkörpers, wie solche bei neuen Bahnen in der ersten Zeit immer vorkommen, und der einstigen Ersetzung der provisorischen Gebäulichkeiten, kann der Bau in allen einheitlichen Theilen als vollendet betrachtet werden. Zur Vervollständigung des Betriebsmaterials ist die Anschaffung einer vierten Locomotive, als Reservemaschine, in Aussicht genommen.

§ 11. Betrieb. — Im Betriebe werden die Wagen aufwärts nicht gezogen, sondern geschoben, um die Folgen von Brüchen der Zugvorrichtungen und Kuppelungen zu vermeiden; abwärts dagegen gehen die Wagen der Locomotive nach. Bei den aufwärts fahrenden Zügen überwacht ein auf der vorderen Bühne des ersten Wagens stehender Schaffner die Bahn und giebt dem Locomotivführer erforderlichen Falls mittelst der Signalpfeife die nöthigen Signale zum Langsamfahren oder zum Anhalten des Zuges. Das Schieben der Wagen ist übrigens der Bewegung derselben durch die Curven nicht ungünstig. Bekanntlich haben die vorderen Räder eines Wagens die Tendenz, sich dem äusseren, die hinteren dagegen, sich dem inneren Schienenstrang zu nähern; durch die Einwirkung der Buffer werden beim Schieben der Wagen die hinteren Räder ebenfalls nach aussen gedrückt und kommen somit in eine richtige Lage. Ausserdem wird durch die sich stets gleich bleibende Stellung der Locomotiven das Wenden derselben auf den Stationen erspart.

Schon während des Schienenlegens im Winter 1874/75 fanden fast täglich Materialtransporte statt, zu welchen die beschriebenen offenen Güterwagen benutzt wurden. Auf den Steigungen bis auf $60^0/_{00}$ beförderten die Maschinen ohne Anstand drei beladene Wagen mit einem Totalgewicht von 33 — 34 Tonnen (das 1,4 fache ihres Eigengewichtes): auf allen Steigungen von mehr als $60^0/_{00}$ aber nur zwei beladene Wagen. Trotz des ungünstigen Wetters wurde nie gesandet und ist absichtlich während des ganzen Winters niemals Sand in die Sandkasten gebracht worden. Auch die Schienenreiniger kamen nur selten zur Anwendung, weil sie bei momentan eingetretenem Schleudern der Räder nicht schnell genug in Bewegung gesetzt werden konnten, bei permanentem Gebrauch aber zu viel Wasser verloren ging. An Stellen, an denen die Schienen durch Erd- und Kiestransport verunreinigt waren, schleuderten zwar mitunter die Treibräder, namentlich beim Anfahren, kamen aber bald wieder in richtigen Gang.

Bei den Probefahrten mit Personenwagen ergab sich, dass die Locomotiven im Stande sind, drei belastete Personenwagen mit einem Gesammtgewicht von 25 Tonnen in Zeit von 25 Minuten auf die Höhe des Berges zu befördern. Das Gewicht der Locomotiven vermindert sich bis dahin um dasjenige des verbrauchten Wassers und der Kohlen und beträgt auf dem letzten Kilometer vor der Station Uetliberg nur noch etwa 23,5 Tonnen. Der Zugwiderstand auf dieser in Bezug auf Steigung und Curven ungünstigsten Strecke kann mit Rücksicht auf den kurzen Radstand der Fahrzeuge und die geringe Geschwindigkeit höchstens 80 Kilogr. per Tonne betragen. Die Adhäsion wurde demnach bis auf $\frac{48,5 \times 80}{23,000} = 0,165$ in Anspruch genommen.

Im März 1875 wurden Probefahrten auf der damals von Wiedikon bis Uetliberg fahrbaren Strecke von rund 8 Kilomet. Länge und 394,9 Meter Höhendifferenz der Endpunkte angestellt.

Ein erster Zug bestand aus:

1 Personenwagen von	5,75	Tonnen
30 Personen . . .	2,10	-
1 Materialwagen . .	4,30	-
Schienenlast . . .	4,90	-
Gesammtlast des Zuges I	17,05	Tonnen.

Ein zweiter Zug hatte ausser dem vorigen noch:

1 Materialwagen . .	3,85	Tonnen
Schienenlast . . .	4,20	-
Gesammtlast des Zuges II	25,10	Tonnen.

Bei gutem Schienenzustande wurde der Zug I über die Strecke in 21 Min. 26,8 Sec., der Zug II in 22 Min. 31,6 Sec. befördert; die mittlere Geschwindigkeit war im ersten Falle 22,38 Kilom. per Stunde (6^m,2 per Sec.), im zweiten Falle 21,31 Kilom. per Stunde (5^m,9 per Sec.).

Ein Schleudern der Treibräder trat nicht ein; ein Sanden der Schienen war nicht nöthig. Bei der Fahrt II war α nahezu $= 1$; das mittlere Gefälle betrug nahe $50^0/_{00}$. Die mittlere Geschwindigkeit berechnet sich auch nach der Tabelle II (p. 474) und der Figur 1 (p. 475) nahe der gefundenen von 5^m,9, und man erkennt eben daher, dass bei der Maximalsteigung von $70^0/_{00}$ bei gutem Schienenzustande von einem Schleudern der Räder nicht die Rede sein konnte. (Die Uebereinstimmung des Versuches mit der Rechnung würde noch vollkommener sein, wenn man, statt mittlere Steigungen und Geschwindigkeiten zu vergleichen, die in jeder Strecke von constanter Steigung berechnete Geschwindigkeit für sich besonders berücksichtigen und die Fahrzeiten summiren würde).

In der Fahrt II hat die Maschine 230 wirkliche Pferdestärken entwickelt, wie sich leicht aus der Arbeitsleistung des Zugwiderstandes und des Emporhebens der Last ermittelt. Die Maschine wog mit Füllung 25 Tonnen, oder pro Pferdekraft $\frac{25000}{230} = 110$ Kilogr., wie auch in der Rechnung angenommen worden ist.

Die Thalfahrten erfolgten in fast genau derselben Zeit wie die Bergfahrten nur mittelst Benutzung der Luftbremsen; an keinem Wagen war die Bremse angezogen.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die Locomotiven genügend Adhäsion besitzen, selbst bei Nebelwetter, wenn es sonst trocken ist. Dagegen muss bei nässendem Nebel, oder wenn sonst die Schienen nur ein wenig angefeuchtet sind, mitunter mit Sand nachgeholfen werden. Glatteis hat keinen nachtheiligen Einfluss auf die Adhäsion, die Eiskruste springt beim Passiren des ersten Rades einfach ab und hinterlässt eine reine blanke Schiene; bei anhaltendem Regen sind die Adhäsionsverhältnisse ebenfalls günstig und zugleich die Reibungswiderstände in den Curven etwas geringer als bei ganz trockenen Schienen.

Am 12. Mai 1876 wurde die Bahn dem regelmässigen Betriebe übergeben. Während der Sommermonate gingen täglich 6—7 Züge nach jeder Richtung und mussten häufig Ergänzungszüge eingeschoben werden. Die Züge bestehen je nach Bedürfniss aus 1—3 Wagen und 1 Locomotive. Die Fahrzeit wurde zu 30 Minuten in gerader Richtung festgesetzt; bis Ende December wurden 2066 fahrplanmässige und 438 Ergänzungszüge, im Ganzen 2504 einfache Züge mit 22786,4 Zugkilometer ausgeführt. Mit den Güter- und Materialzügen wurden ferner 7148,8 Zugkilometer, im Ganzen also 29,935,2 Zugkilometer zurückgelegt, und dabei mehr als 90,000 Personen und ca. 16200 Tonnen Güter und Baumaterialien befördert.

Bei den gegenwärtig vorhandenen Betriebsmitteln (3 Locomotiven und 9 Personenwagen) ist die einmalige Transportleistung auf 360 Personen beschränkt. Die Ergänzungszüge folgen sich in Pausen von 5 Min.; so dass in Zeitabschnitten von $1^1/_4$—$1^1/_2$ Stunden alle 3 Züge (mit Kohlen und Wasser versehen) wieder zur Verfügung stehen. Bei Anwendung der Zahnstange wäre eine so rasche Wiederholung der Züge nicht zu erreichen gewesen und hätte man nothwendigerweise mehr Maschinen anschaffen und die Bahn theilweise mit Doppelgleisen versehen müssen. An Tagen mit grosser Frequenz drängte sich mitunter das Publicum der Art in die Gänge und auf die Plattformen der Wagen, dass die drei auf einander folgenden Züge zusammen über 450 Personen enthielten.

Die Fahrpreise sind festgesetzt wie folgt: Bergfahrt 2 Frcs., Thalfahrt $1^1/_2$ Frcs, Retourbillete 3 Frcs., Familien- und Gesellschaftsbillete für 10 Berg- und 10 Thalfahrten, 1 Jahr gültig, 20 Frcs. Den Bewohnern des Uetliberges, sowie Schulen, Vereinen und grösseren Gesellschaften werden weiter gehende Begünstigungen eingeräumt.

In der ersten Betriebsperiode vom 12. Mai bis 31 December 1876 betrugen die unmittelbaren Betriebseinnahmen im Ganzen Frcs. 148,706,20, und die eigentlichen Betriebsausgaben (ohne Zinsen):

für allgemeine Verwaltung	Frcs.	12 920,03
- Bahnunterhaltung . .	-	10 021,33
- den Expeditionsdienst	-	6 329,18
- den Fahrdienst . . .	-	8 155,83
- die Zugkraftskosten .	-	29 684,81
Verschiedenes	-	750,82
Zusammen	Frcs.	67862,00

Die Betriebsausgaben betragen somit 45,63% der Bruttoeinnahmen; die durchschnittlichen Kosten pro Zugkilomet. Frcs. 2,27 und die Zugkraftskosten Frcs. 0,99.

Der Verbrauch an Kohlen betrug im Durchschnitt 11,5 Kilogr. Saarkohlen per Zugkilometer, Berg- und Thalfahrt zusammengerechnet, mit Einschluss des Anheizens und Stationirens.

Vorstehende Durchschnittszahlen können allerdings nicht als maassgebend für die Berechnung der künftigen Betriebskosten betrachtet werden, weil das Betriebsmaterial noch neu ist und ein Theil der Bahnunterhaltungskosten, wie bei allen Linien, die unvollendet in Betrieb gesetzt werden, auf das Bau-Conto geschrieben werden musste. Immerhin aber lässt sich aus jener Kostenrechnung schon jetzt erkennen, dass die Betriebskosten bei solchen Steigungen diejenigen von Thalbahnen mit ähnlicher Frequenz nicht erheblich übersteigen werden.

Als finanzielles Ergebniss für die erste Betriebsperiode steht eine Dividende von 5% und eine angemessene Dotirung des Erneuerungs- und Reservefonds in Aussicht.

Die technisch wichtigste Neuerung im Betriebe der Uetlibergbahn ist die Verwendung comprimirter Luft zur Hemmung des Zuges bei der Thalfahrt. Die Wirkung derselben ist grösser und auch ökonomischer als diejenige des Gegendampfes. Die Manipulationen sind

bei Anwendung des letzteren etwas einfacher und erfordern vielleicht etwas weniger Aufmerksamkeit seitens der Führer, allein auch die Handhabung der Luftbremse verursacht keine Schwierigkeiten. Auf luftdichten Verschluss der Kolben, Schieber und Lufthähne muss allerdings grosse Sorgfalt verwendet werden. Im Anfange, wenn alle Theile vollkommen schliessen, ist man immer im Stande, die Treibräder zum Stehen zu bringen; nach einiger Zeit aber, wenn die Kolbenringe sich etwas abgenutzt haben und nicht mehr gut schliessen, lässt die Wirkung nach; das Bremswasser dringt mit grosser Heftigkeit durch die Fugen der Kolbenringe und greift an den betreffenden Stellen sogar die Cylinderwände an. Ebenso nutzt das Bremswasser die Kanten der Lufthähne ab und macht sie undicht. Um diesen Uebelständen zu begegnen, mussten die Fugen der gewöhnlichen selbstspannenden Kolbenringe durch besondere Deckstücke möglichst luftdicht gemacht werden. Bei einiger Sorgfalt im Montiren und bei öfterem Nachsehen halten übrigens auch die gewöhnlichen Kolbenringe auf befriedigende Weise aus. Dem Undichtwerden der Lufthähne wurde durch Vergrösserung ihres Querschnitts abgeholfen.

Das Ausströmen des Bremswassers und der comprimirten Luft verursacht ferner ein unangenehmes, den Reisenden belästigendes Geräusch. Zur Verminderung desselben und zugleich in der Absicht, die durch Compression der Luft erzeugte Wärme einigermaassen zu benutzen, ist der Versuch gemacht, die ausströmende Luft durch etwa 40^{mm} weite Kupferrohre in die Wasserkasten zu leiten. Nach den bis jetzt gemachten Beobachtungen steht indess die Erwärmung des Speisewassers in keinem Verhältniss zu der mechanischen Arbeit, welche das Gewicht eines von einer Höhe von 400 Meter herabrollenden Zuges, im Gewicht von 40—50 Tonnen, hervorbringen könnte; allein die blosse Beseitigung des erwähnten Geräusches kann schon als ein Gewinn betrachtet werden.

Die Zuleitung des Bremswassers muss selbstverständlich auf das Nothwendigste beschränkt werden. Um die genügende Sättigung der comprimirten Luft zu erkennen, ist auf dem höchsten Punkt des Ableitungsrohrs ein kleiner Probirhahn angebracht: sobald die Färbung der ausströmenden Luft ins Bläuliche geht, ist der Zutritt des Wassers zu vermindern.

Die Verwendung von Wasserstrahlen zum Reinigen der Schienen und zur Vermehrung der Adhäsion hat zwar günstige Erfolge geliefert; die vorhandenen Einrichtungen befriedigen jedoch nicht vollständig. Die Führer ziehen die Anwendung des Sandes vor. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der schmierige Ueberzug, welcher sich durch Staub und Rost auf feuchten Schienen bildet, durch einen kräftigen und lange genug einwirkenden Wasserstrahl beseitigt werden kann. Die bisher nicht ganz befriedigenden Erfolge liegen nur in dem Umstand, dass die Zuleitungsröhren wegen der seitlichen Bewegungen der Maschine, namentlich in den Curven, nicht immer auf die Mitte der Schiene treffen und dass die Geschwindigkeit des Zuges mitunter noch zu gross ist, um lange genug auf den erwähnten schmierigen Ueberzug einzuwirken. Heisses Kesselwasser, das beim Austritt aus den Röhren sofort verdampft, wirkt offenbar weniger als ein Wasserstrahl von geringerer Temperatur. Bei der Schwierigkeit des Wasserspeisens auf starken Steigungen werden überdies die Injecteure sonst in Anspruch genommen und ist der Widerwille der Führer gegen Wasserverlust begreiflich. Im Allgemeinen aber ist ein gewisser Erfolg nicht in Abrede zu stellen; es stehen weitere Versuche bevor, um das Sanden, welches auf Schienen und Radreifen nachtheilig einwirkt und einen gewissen Widerstand erzeugt, ganz zu beseitigen oder wenigstens auf Ausnahmsfälle zu beschränken. Die seitherigen Erfahrungen im Betriebe der Bahn zeigen übrigens, dass die gewöhnliche Adhäsion für die angenommene Belastung vollständig ausreicht.

Um die nachtheiligen Reibungen der Spurkränze in den Curven zu vermindern (die sich namentlich bei der Thalfahrt wegen der stark überhängenden Feuerbüchse bemerkbar machen), ist an den Maschinen nachträglich eine eigene Vorrichtung angebracht, mittelst welcher man, unabhängig von den erwähnten Schmierreinigern, einen kleinen Wasserstrahl auf die Spurkränze laufen lassen kann, wodurch dieselben sehr geschont werden.

Zur Verbesserung der Adhäsionsverhältnisse ist es auf starken Steigungen entschieden zweckmässig, die Bahn nicht höher, als bis zur Unterkante der Schienen einzukiesen und ein von feinem Sand und erdigen Theilen freies Bettungsmaterial zu verwenden, damit die Schienen möglichst rein bleiben. Im Gehölz liegende schattige Stellen werden durch Beseitigung des zu nahe stehenden Holzes ebenfalls verbessert; und in nassen, stark ansteigenden Tunneln, welche übrigens auf der Uetlibergbahn nicht vorkommen, sollten die Schienen durch Blechdächer vor dem durchsickernden Wasser geschützt werden.

Eine Beeinträchtigung der Adhäsion liegt gewiss sehr oft auch in dem Schmieren der Maschinen, indem sich das Oel aus den Lagerhälsen längs den Speichen auf die Radkränze ergiesst und diese fettig macht, und ebenso in der Ausströmung der Cylinderhähne in der Richtung der Schienen, statt in einer nach aussen divergirenden Richtung, wodurch oft erhebliche Quantitäten Talg oder anderes Schmiermaterial auf die Schienen gelangt.

Solche Einflüsse, in Verbindung mit Ueberlastung der Züge oder anderen zufälligen, von der Beschaffenheit der Gleise oder der Wagen abhängigen Widerständen, mögen oft zur Unterschätzung der Adhäsion geführt haben. Noch öfters aber hat gewiss die mangelhafte Bedienung der Locomotiven Stockungen veranlasst, welche ohne Weiteres der Unzulänglichkeit der Adhäsion zugeschrieben wurden, während die gleichen Maschinen nach einiger Zeit, während welcher der Dampfdruck im Kessel wieder gestiegen war, den Zug weiter zu fördern vermochten. Es darf deshalb auch der Dampfdruck bei der Bergfahrt bis ans Ende derselben nicht abnehmen.

Eine Hauptbedingung für den sicheren Betrieb so starker Steigungen ist ferner die, dass bei der Thalfahrt eine gewisse, von dem Gefälle abhängige Geschwindigkeit nicht überschritten wird. Da die Bahnwiderstände der Schwerkraft entgegenwirken, so wird man unter allen Umständen gesichert sein, wenn diejenige Geschwindigkeit nicht überschritten wird, welche bei der Bergfahrt eingehalten werden muss.

Die Uetlibergbahn bezeichnet unstreitig einen sehr wesentlichen Fortschritt im Eisenbahnwesen vorzugsweise dadurch, dass man auf Grund theoretischer Betrachtungen es gewagt und richtig ausgeführt hat, den gewöhnlichen einfachsten Locomotivbetrieb auf Steigungen auszudehnen, die man oft genug und irrig als unzugänglich oder nur durch künstliche Bergbahn-Systeme zugänglich bezeichnet hat.

Man muss sich jedoch sehr hüten, den Nutzen des freien Locomotivbetriebes auf sehr steile Strecken zu überschätzen. Bei 60—70‰ Steigung wird in runder Ziffer eine bestens construirte Locomotive einen Zug von gleichem Gewicht, wie sie selbst, mit einer mittleren Geschwindigkeit von etwa 5^m in der Secunde mit einer Nutzleistung der reinen Maschinenkraft von etwa 50 % befördern können. Bei noch steileren Strecken kann die Maschine noch weniger schleppen und zieht sich nur noch selbst bei Steigungen von 163‰, leistet aber dann nützlich nichts mehr.

Maschinen mit künstlicher Adhäsion sind im Stande, grössere Lasten mit geringeren Geschwindigkeiten und höherem Nutzeffect zu befördern. Die Uetlibergbahn würde sich für einen grossen Betrieb einer Hauptlinie wenig eignen, weil sie selbst unter Verwendung von vielen und schweren Locomotiven in den Massentransport nur schwer das Erforderliche leisten könnte. Auch muss nothwendiger Weise der Transport theuer werden. Bei einer Luxusbahn jedoch, die fast ausschliesslich Personen zu befördern hat, welche für eine kurze Strecke verhältnissmässig hohe Fahrpreise gern zahlen, ist das angewandte System in jeder Hinsicht empfehlenswerth.

§ 12. Rigi-Scheideck-Bahn. — Eine andere Touristen-Bahn mit 50‰ Maximalsteigung ist die im Sommer 1875 eröffnete Rigi-Scheideck-Bahn von 6,72 Kilom. Länge, welche die grossartigen Rigi-Hotels »Scheideck« und »First« mit Station »Kaltbad« an der Zahnradbahn verbindet. Diese Bahn, eine der schönsten der Erde, zieht sich von Kaltbad in Windungen von $100-120^m$ Radius um die Spitzen des Rigikammes. Sie gewährt dadurch in überraschender Abwechselung bald gegen Norden bis an den Sentis, den Schwarzwald und die Jurakette, bald nach Süden gegen das majestätische Panorama der schweizerischen Hochalpen eine bezaubernde Aussicht.

Trotzdem die Bahn auf beinahe die Hälfte ihrer Länge eine Steigung von 50 ‰ besitzt, wird sie doch mit gewöhnlichen sechsrädrigen Tenderlocomotiven betrieben; die Spurweite beträgt 1^m. Bei der Station Kaltbad an der Vitznauer Rigi-Bahn nimmt sie ihren Anfang, führt an den Remisen ihres Betriebsmaterials vorbei in mässiger Steigung zu Hotel und Station »First«, dann mit beständigem Gefälle zu ihrer tiefsten Stelle 1435^m über Meer, um von hier wieder anhaltend steigend in einer Höhe von 1602^m vor dem »Scheideck«-Hotel zu enden.

Nahe der tiefsten Stelle bei Unterstetten befindet sich eine 50^m lange Blechbrücke mit 4 Oeffnungen zu je $12^m,9$ Spannweite in einer Curve von 135^m Radius und mit einer Steigung von 50‰ gelegen.

Weitere Kunstbauten sind: der Tunnel von »Weisseneck«, 50^m lang in 50°/₀₀ Steigung und in einer Curve von 120^m Radius in festen Nagelfluh getrieben; — der Damm im »Dossentobel«, 26^m hoch mit einer Steigung von 32°/₀₀; — die Blechbrücke beim kleinen »Dossentobel«, mit $7^m,5$ Spannweite und 32°/₀₀ Steigung, dann die kleinen Brücken im »Nollentobel« und im »Hinterschild«. Bedeutende Felsarbeiten im »Bärenzingel« zwischen Kaltbad und First, wo die Bahn ganz in Felsen eingeschnitten ist, sowie auf beiden Seiten des Dossentobels. Die Personenwagen sind 8räderig, je 2 bewegliche 4räderige Untergestelle von 800^{mm} Radstand tragen in einer Entfernung von $7^m,380$ den $12^m,70$ langen Kasten, welcher nebst einem $1^m,800$ langen Gepäckraum auf 10 geschweiften Lattenbänken Platz für 55 Personen bietet. Diese Wagen sind an beiden Seiten oberhalb offen und durch Rolljalousien (unter der Decke hängend) verschliessbar, sowie in den Kopfwänden mit Glasfenstern versehen. Während der Fahrt sind sie mit der Locomotive verkuppelt und befinden sich auf der Hinfahrt (von Kaltbad bis Scheideck) vor, auf der Rückkehr hinter derselben.

Es sind an Betriebsmitteln im Ganzen 3 Locomotiven, 3 Personenwagen und 3 vierräderige offene Güterwagen vorhanden. Die Locomotiven sind in der Locomotivfabrik zu Winterthur gebaut; dieselben sind 6räderig, sämmtliche Räder gekuppelt. Der Kessel ist ganz cylindrisch und enthält eine ebenfalls fast ganz cylindrische abgeplattete, geschlossene kupferne Feuerbüchse, die von der Hinterwand aus eingeschoben und mit Stehbolzen ringsum verankert ist. Die Rohrwand der Feuerbüchse ist an den nach aussen aufgebogenen Rändern vernietet, während die Hinterwand aus einer Gussplatte mit der Feuerungsthür und einer Thür nach dem Aschenraum besteht, welche oberhalb der Feuerthür durch feuerfeste Backsteine geschützt ist. Der Rost ist 850^{mm} lang, während die Feuerbüchse $1^m,320$ Länge hat; jener liegt auf gusseisernen Trägern, ist nach vorn durch eine Brücke von Backsteinen begrenzt, und vor dem Rost mündet unterhalb durch den Boden der Feuerbüchse ein gusseisernes Rohr von länglichem Querschnitte ein, durch welches atmosphärische Luft zur Verbrennung eingeführt und deren Zutritt mittelst eines Kreisschiebers regulirt werden kann.

Der Kessel enthält am vorderen Ende in der Nähe des Schornsteins einen kleinen Dom mit 2 Ramsbottom'schen Sicherheitsventilen und einem Regulator mit conischem Ventil ausgestattet. Der starken Steigungen wegen ist das Wasserstandsglas in der Mitte seitlich vom Langkessel angebracht.

An Sicherheitsmitteln besitzen die Locomotiven dieser Bahn wirksame Luftbremsen und kräftige Backenbremsen, welche mit 4 Klötzen auf die Hinterräder wirken. Auf der Mitte des cylindrischen Kessels sitzt ein Sandstreu-Apparat, welcher mittelst doppelter Röhren den Sand vor und hinter die Treibräder streut. Da der Kessel ganz über dem Rahmen liegt, so konnte der Rahmen auf seiner ganzen Länge den Wasserkasten des Tenders enthalten; derselbe ist $4^m,10$ im Lichten lang, 750^{mm} breit und 375^{mm} hoch. An den Achsenhaltern sind Aussparungen für das Spiel der Achsbüchsen angebracht. Die Rahmen sind am vorderen und hinteren Ende mit centralen Bufferapparaten (aus je 4 Gummiringen in gusseisernen Büchsen bestehend) ausgestattet. Der Radstand beträgt $2^m,200$ und zwar zwischen Vorder- und Treibrädern $1^m,200$, sowie zwischen Treib- und Hinterrädern $1^m,0$. Die Räder sind Gussstahlscheibenräder von 750^{mm} Durchmesser. Die mittleren (Treib-) Räder haben keine Spurkränze. Die Tragfedern sind oberhalb des Rahmens angebracht, und die vorderen mit den mittleren Federn mittelst Balancier verbunden. Die Steuerung mittelst Stephenson'scher Coulissen ist ganz ausserhalb angebracht und wird durch Gegenkurbeln in Bewegung gesetzt.

Folgendes sind die Hauptdimensionen der Locomotiven:

Innerer Kesseldurchmesser	$1^m,140$
Ganze Kessellänge	$3^m,728$
Länge der Feuerbüchse	$1^m,453$
Höhe - -	$0^m,750$
Breite - -	$0^m,950$
170 Sirderöhren, deren Durchmesser innen	36^{mm}
- - - - aussen	40^{mm}
Länge zwischen den Rohrwänden	$1^m,790$
Ganze Rahmenlänge	$5^m,00$

Von den Schienen bis Buffermitte	$0^m,675$
- - - - Trottoirhöhe	$0^m,850$
- - - - Kesselmitte	$1^m,600$
- - - - Schornsteinspitze	$3^m,350$
Entfernung von Mitte zu Mitte der Cylinder	$1^m,500$
Entfernung der Längenrahmen von Mitte zu Mitte	$0^m,800$
Durchmesser der Cylinder	$0^m,290$
Kolbenhub der Cylinder	$0^m,450$
Länge der Balancierstangen	$1^m,115$
- - Excenterstangen	$0^m,655$
Entfernung von Mitte zu Mitte Coulisse	$1^m,760$
Spurweite	$1^m,0$
Maximalbreite der Maschine	$2^m,00$
Raddurchmesser	$0^m,750$
Radstand zwischen Vorder- und Mittelrädern	$1^m,100$
- - Mittel- und Hinterrädern	$1^m,0$
Gesammt-Radstand	$2^m,200$
Entfernung vom vorderen Buffertraverse bis Vorderachse	$1^m,240$
- - hinteren Ende d. Rahmens bis Hinterachse	$1^m,560$.

Die 6720^m lange Bahn wird in 20 bis 25 Minuten befahren, und kostet ein Billet Hin- und Rückfahrt 4 Frcs. 55 Cent. Die Bahn ist jetzt in den Besitz der Vitznauer Bahn übergegangen.

Literatur-Nachweis.

Eisenbahn, Zürich,
, pag. 108. Erster Bericht.
, pag. 133, Prof. A. Fliegner, Die Uetlibergbahn; Beschreibung und Urtheil, mit Benutzung des »Ersten Geschäftsberichtes der Direct. d. Uetlib.-Bahn-Gesellsch.«, und des »Reiseberichtes der Direction vom Präsid. Major P. E. Huber-Werdenmüller in Riesbach.«
, pag. 185 und 197, Transport-Reglement der Uetliberg-Bahn.
n für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.
, pag. 253, Heusinger von Waldegg, Die Uetliberg-Bahn, unter Benutzung oben erwähnten Aufsatzes von Fliegner und von Mittheilungen des Oberingenieurs Tobler.
Uetliberg-Bahn mit Steigungen bis auf 70 p. mille und Bergbahn-Locomotiven mit einfacher Adhäsion. Mit Situationsplan, Längenprofil und 3 lithographirten Tafeln. Von S. Tobler, Ingenieur in Zürich. Zürich, 1876. Druck und Verlag von Orell, Füssli & Co.
-Scheideckbahn in Abt, R, Die drei Rigibahnen. Zürich, 1877. Druck und Verlag von Orell, Füssli & Co.

§. 13. **Köstlin's Superficial-Eisenbahn.** Eine besondere Art von Eisenbahnen für starke Steigungen und freien Locomotivbetrieb ist 1873 von A. Köstlin in Wien angegeben und mit dem Namen Superficial-Eisenbahn belegt worden, um damit auszudrücken, dass diese Bahn im Stande ist, sich den Unregelmässigkeiten der Erdoberfläche anzuschliessen.

Die Köstlin'sche Bahn ist nur als Verbesserung von Constructionsideen anzusehen, die schon einige Jahre vorher in der Bahn von Larmanjat und ähnlicher noch in den Systemen von Deville und Mention aufgetreten sind. Eine ähnliche Construction mit ausserhalb der gewöhnlichen Räder liegenden keilförmigen Hülfsrädern wurde schon in den 30er Jahren durch den verstorbenen Oberbergrath Hendschel in Cassel angegeben und in einer besonderen kleinen Schrift empfohlen.

Das Eigenthümliche der Construction besteht in der Verwendung von hölzernen Schienen statt der eisernen auf denjenigen Stellen, an welchen die Adhäsion zwischen eisernen Radreifen und eisernen Schienen nicht mehr ausreichend ist. Der Reibungscoëfficient zwischen Holz und Eisen beträgt nämlich je nach dem Feuchtigkeitszustande $\varphi_1 = 0,6$ bis $0,26$, während derselbe zwischen Eisen und Eisen etwa $\varphi = 0,25$ bis $0,10$ beträgt, also im Durchschnitte weniger als die Hälfte von φ_1.

Man kann hiernach den Betrieb auf einer Superficialbahn theoretisch leicht mit dem auf einer gewöhnlichen Eisenbahn vergleichen, wenn man berücksichtigt, dass in den vorstehend mitgetheilten Formeln die beiden Grössen m u. φ immer als Product $m\varphi$ erscheinen. Setzen wir $\varphi_1 = 2\varphi$, so ist auch $m\varphi_1 = (2m) \,.\, \varphi$. Steht also eine Locomotive von einem gewissen Adhäsionsgrade m auf einer Holzbahn, so verhält sie sich ähnlich wie dieselbe Maschine mit dem doppelten Adhäsionsgrade auf einer Eisenbahn.

Bisher ist das System noch nicht aus dem Stadium der Versuche herausgetreten. In der Maschinen-Locomotiv- und Wagenbau-Anstalt Mödling bei Wien wurde zu diesem Zwecke eine kurze Versuchsbahn von etwas mehr als 200 Meter mit Steigung von 1 : 16 (63°/₀₀) erbaut. Der Oberbau unterscheidet sich in den ersten Anlagen nicht von einer gewöhnlichen Eisenbahn mit hölzernen Querschwellen. Innerhalb der eisernen Fahrschienen, aber soweit von diesen getrennt, dass die Räder der Wagen immer auf ihnen laufen können, liegen bei normalspurigen Bahnen 2 hölzerne Langschwellen, bei schmalspurigen Bahnen jedoch nur eine recht breite aus mehreren Lagen zusammengesetzte Holzschwelle, mit den Querschwellen gut verkämmt und so hoch, dass ihre Oberfläche bis etwa zur Hälfte des Treibradhalbmessers reicht. Jede Langschwelle ist der Breite nach 3theilig und besteht in der Mittellage aus senkrecht gestellten Eichenholzklötzen, so dass die Holzbahn an der Oberfläche Hirnholz zeigt. Durch Bolzen, Riegel, Winkeleisen u. dergl. wird Alles durchaus sicher gehalten und zusammengepresst. Die Locomotive besitzt auf den Treibachsen im Innern der für die Eisenschienen bestimmten gewöhnlichen Treibräder noch kleine Treibräder, oder bei engspurigen Bahnen nur ein eiziges Walzenrad von einer Länge gleich dem ganzen Lichtmaasse zwischen den Eisenschienen. Diese kleinen Räder haben nun solche Grösse, dass die Locomotive sich auf der Superficialbahn ganz von den Eisenschienen abhebt und nur auf den breiten Holzschienen ruht. Obgleich dieses Emporheben nur so wenig ist, dass die Spurkränze der gewöhnlichen Treibräder nicht die Führung verlieren, so besitzen die kleineren Räder zur grösseren Sicherheit selbst noch Spurkränze für die Holzschienen. Die Räder der Eisenbahnwagen im Zuge bleiben, wie erwähnt, auch auf der Superficialbahn immer auf den Eisenschienen. Die ersten Veröffentlichungen Köstlin's über sein Eisenbahn-System Allgem. Bauztg.

1873) dachte die kleinen Treibräder und natürlich auch die entsprechenden Bahnen ausserhalb der gewöhnlichen Fahrschienen. Neuerdings ist derselbe jedoch auf die beschriebene Lage der kleinen Räder und der zugehörigen Bahnen im Innern der Fahrschienen gekommen, was auch in vielen Beziehungen praktischer erscheint Die Verwendung von Steinblöcken statt der Hirnholzklötze für die Hülfsschienen hat sich nicht bewährt.

Die Versuche wurden mit einer 3 gekuppelten Tendermaschine angestellt. Diese Maschine hatte, also auf der Eisenbahn stehend, den Adhäsionsgrad 1, auf der Holzbahn hingegen in der oben erwähnten Auffassung den Adhäsionsgrad 2, die kleinen Treibräder waren halb so gross im Durchmesser, als die grossen. Diese Construction ist durchaus den Verhältnissen angemessen; denn die Maschine musste an der Peripherie der Treibräder auf der Eisenbahn halb so viel Zugkraft entwickeln können, als auf der Holzbahn. Der Grösse $m = 2$ entsprechen (siehe Cap. XVIII des ersten Bandes) folgende Werthe, welche die Leistung einer Tendermaschine auf einer derartigen Bahn kennzeichnet:

$m = 2$

$\operatorname{tg} \eta$	r Meter	α	$\frac{L_1}{Le}$
0,006	2,046	107,0	0,96
0,010	2,046	24,4	0,95
0,020	2,046	13,4	0,92
0,040	2,047	6,7	0,86
0,060	2,050	4,2	0,79
0,080	2,052	3,0	0,75
0,100	2,056	2,2	0,68
0,150	2,069	1,2	0,55
0,330	2,070	0	0,00

Es wird angegeben, dass die Maschine mit Sicherheit auf der Steigung von 63‰ einen Zug von $4\frac{1}{2}$ fachem Locomotivgewichte bei jedem Witterungszustande zog; was auch den Tabellenzahlen entspricht. Von einer genauen Geschwindigkeitsmessung konnte bei der kurzen Bahn keine Rede sein.

Ein schwacher Punkt der Construction scheint die genaue und dauerhafte Herstellung der Holzbahn zu sein; jedoch wird angeführt, dass die Hirnholzflächen sich seit Jahren trotz vielfacher Probefahrten sehr gut gehalten haben; dagegen hat das Langholz sich schnell zerstört.

Auch muss erwähnt werden, dass die Treibachsen der Locomotiven bei ihrem Aufruhen auf den kleinen Rädern in sehr ungünstiger Weise auf Biegung in Anspruch genommen werden.

Die Köstlin'sche Bahn beruht auf richtigen Grundsätzen, eignet sich jedoch kaum für grössere Verkehrsstrecken, kann aber gewiss bei Nebenbahnen ein wohlfeiles Mittel abgeben, um ganz unregelmässige Längengefälle an ihren schroffen Stellen mit Sicherheit zu befahren. Bei mässigen Steigungen wird natürlich die Holzbahn fortgelassen; auch ist es als vortheilhaft zu bezeichnen, dass die gewöhnliche Construction der Locomotive mit aussen liegenden Cylindern die Anbringung der inneren kleineren Treibräder ohne Weiteres gestattet.

Eine kleine Skizze der Köstlin'schen Bahn ist auf Taf. LXXII, Fig. 6 u. 7 für normalspurige und für engspurige Gleise mitgetheilt.

Literatur-Nachweis.

R. Beer & L. Syroczynski, Chemins de fer d'interêt local, Liège 1871, vorzugsweise mitgetheilt durch Klose in der Zeitschr. d. Arch. u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1871, p. 284.

Allgemeine Bauzeitung 1873, p. 47—58; erste Veröffentlichung von Köstlin mit mehreren Abbildungen.

Zeitschrift des Hannoverschen Arch. u. Ingen.-Ver. 1873, p. 556.

IV. Capitel.

Secundärbahnen im Gebirge.

V. Abtheilung.

Drahtseilbahnen,

(Geneigte Ebene zwischen Lyon und Croix-Rousse, bei Ofen, bei Wien auf den Leopoldsberg, Monongahela; geneigte Ebene bei Pittsburgh, Pa, in den Vereinigten Staaten, Mont-Auburn, Seilbahn bei Cincinnati, zu Jersey-City, bei New-York zur Beförderung von Strassenfuhrwerk, auf die Sophienalp bei Wien, die Bahn von St. Paulo in Brasilien).

Bearbeitet von

H. Sternberg,

Oberbaurath in Karlsruhe.

(Hierzu Tafel LXXIV, Fig. 2—4 und Tafel LXXV.)

---

§. 1. Allgemeines. Es ist in diesen Aufsätzen vielfach darauf hingewiesen worden, dass der Locomotivbetrieb, gleichgültig, welche besonderen Einrichtungen demselben ertheilt werden mögen, hinsichtlich des zu erreichenden Nutzeffectes der Maschine um so ungünstiger wird, je steiler die Bahn und je grösser die Zuggeschwindigkeit. Während bei geringen Steigungen die Locomotive zu der allervollkommensten Ausnutzung der verwendeten Arbeit führt, geht bei steilen Bahnen ein grosser Theil der Arbeitskraft nutzlos verloren, und es wird keineswegs eine bestimmte mechanische Arbeit erfordert, um einen gewissen Zug auf eine gewisse Höhe zu heben und dabei um eine gewisse horizontale Strecke weiter zu befördern, sondern dieselbe hängt in sehr wesentlichem Grade von der Vertheilung des Gefälles auf der Strecke ab. Für den Locomotivbetrieb wird man daher trachten, das Gefälle möglichst gleichmässig zu vertheilen, ja selbst unter Umständen durch eine künstliche Entwickelung die Gesammtstrecke zu verlängern, um ein vortheilhafteres Gefälle zu gewinnen. Die Grenzen dieser Entwickelung liegen allein in den vermehrten Bau- und Unterhaltungskosten der zu sanften Steigungen entwickelten Bahnen.

Die erwähnten Nachtheile des Locomotivbetriebes begründen sich durch die Nothwendigkeit, den Motor, welchem nur eine von seinem Gewicht abhängige Arbeitsleistung innewohnt, mit dem Zuge selbst zu bewegen und dadurch stets eine unter Umständen verhältnissmässig sehr grosse nutzlose Arbeit zu verrichten.

Ein naheliegendes, schon bei Beginn des Eisenbahnwesens gebrauchtes Ersatzmittel der Locomotive ist das Seil mit feststehenden Betriebsmaschinen: es ist frei von den besprochenen Uebelständen. Nach den heute gewonnenen Einsichten wird es keinem Ingenieur mehr einfallen, auf Bahnen mit mässigen Steigungen von etwa

25 bis 30‰ Seilebene nach dem System von Maus oder Agudio zu erbauen (siehe Cap. XVIII des I. Bandes dieses Handbuches), es sei denn, dass unter besonders günstigen Umständen die Betriebskraft durch die Natur in der Nähe geliefert wird und ohne grosse Kosten nutzbar gemacht werden kann. Diese Systeme erfordern natürlich grosse Betriebsmaschinen, welche in ungünstiger Weise nur auf kurze Zeit und nach langen Pausen arbeiten und dabei noch in Form von Bremswagen oder Rollenwagen (Locomoteur) grosse nutzlose Gewichte mitschleppen müssen, damit sie im Stande sind, bei etwaigen Seilbrüchen durch Bremsapparate den Zug auf alle Fälle zum Stillstehen zu bringen. Von einer Compensation durch einen herabsteigenden Zug war nicht die Rede. Rechnet man hierzu die sehr bedeutenden Reibungswiderstände des langen und schweren Seiles auf der geneigten Ebene und in dem Rollenmechanismus der Maschine, so sieht man bald ein und kann es auch leicht durch Rechnung nachweisen, dass solche mässig steile Seilebenen im Betrieb wesentlich theurer werden müssen, als wenn sie mit Locomotiven befahren würden. Derartige Betriebsumwandlungen haben sich überall vollzogen.

Seilebenen mit Locomotivbetrieb ohne feststehende Maschine, bei denen auf- und absteigende Züge durch ein oben um eine Umkehrrolle gelegtes Seil mit einander verbunden sind, haben einen bei Weitem grösseren Nutzeffect und sind theilweise noch im Gebrauche; sie leiden aber auch noch an der Unbequemlichkeit der eigenthümlichen Fahrpläne und Betriebseinrichtung und müssen ausserdem mit solch schweren Locomotiven und zahlreichen Bremswagen befahren werden, dass die Züge stille gestellt werden können, wenn das Seil schadhaft wird.

Gegenüber Locomotivbahnen leiden alle Seilbahnen an einem für den Betrieb schwerwiegenden Nachtheile; die ersteren sind ausschliesslich nur Fahrstrassen, bei welchen die Widerstände an jedem Punkte der Bahn überwunden werden durch den an demselben Punkte stehenden Motor; bei letzteren hingegen ist die Bahn ausserdem ein Theil der Maschine selbst oder doch mit dem Kraftübertrager, dem Seile, belegt. Die Widerstände, welche das Betriebsseil zu besiegen hat, sind demnach abhängig von dem Gesammtzustande der Bahn; sie können unter Umständen (z. B. durch Schneefall, Ueberschüttung der Bahn durch Stein- oder Erdmassen, Reibungen in den Führungsrollen etc.) zu gefährlicher Grösse anwachsen und zum Zerreissen des Seiles führen. Zudem ist es unvermeidlich, das Seil über Seiltrommeln zu leiten und ihm fortwährend sich wiederholende Biegungen unter seiner vollen Anspannung zu geben. Hierdurch leitet sich mit Nothwendigkeit eine Zerstörung des Seiles ein, die sich durch die Erfahrung zu erkennen giebt, dass nach einer gewissen Grösse der Dienstleistung das Seil entweder reisst oder der eintretenden Unsicherheit wegen vor dem Risse erneuert werden muss. Eine Seilebene schwebt daher fortwährend in Gefahr eines Seilbruches, und es bedarf unter allen Umständen guter und ganz sicher wirkender Vorkehrungen, um in solchem Falle ein verhängnissvolles Unglück zu vermeiden. Solche Vorkehrungen können mannigfacher Art sein: es kann neben dem Zugseil noch ein zweites Seil (Fangseil) mitgeführt werden, welches dann erst in Spannung tritt, wenn ersteres reisst; es können hinreichend schwere Bremswagen hinter den eigentlichen Zügen mit geschleppt werden; es können Bremsapparate angebracht werden, die theils selbstthätig beim Reissen des Zugseils, theils durch das Fahrpersonal in Wirkung gesetzt werden; endlich können mehrere derartige Sicherheitsvorkehrungen zu gleicher Zeit angeordnet werden. Es ist ferner als Nachtheil zu bezeichnen, dass der Maschinist an der Bewegungsmaschine von dem Orte der nützlichen Arbeitsleistung, dem Eisenbahnzuge, weit entfernt steht, also nur unvoll-

kommen, bei krummen Strecken oder bei nebligem Wetter gar nicht, den Zustand des Zuges erkennen und die Maschine nöthigen Falls stillstellen kann. Bei der Maus'schen Seilebene mit continuirlichem Seile lässt sich allerdings der Zug durch Loslösen der Zangen an den Bremswagen, bei der Agudio'schen Seilebene und der durch Riggenbach und Zschokke, mit Ersatz des Schleppseils durch eine Zahnstange verbesserten, Agudio'schen Seilebene durch Loslösen der Frictionskuppelungen von dem Seile oder doch von dem Motor befreien, bei anderen später zu beschreibenden Seilsystemen jedoch nicht.

Von allen diesen Nachtheilen ist der Locomotivbetrieb auf steilen Strecken, zumal wenn die Maschine thalwärts vom Zuge steht, frei. Die Locomotive, welche im Stande ist, einen Zug bergan zu drücken, ist auch im Stande durch Verwendung von guten Bremsen, selbst wenn sie dienstuntauglich werden sollte, denselben zu halten. Auch darf hier nicht unerwähnt bleiben, dass bei den unvermeidlichen Ausbesserungen der grossen und verwickelt stehenden Maschinen an Seilebenen entweder der ganze Bahnbetrieb unterbrochen wird, oder dass man für Ersatzmaschinen Sorge tragen muss. Eine derartige sehr sinnreiche, aber auch sehr theure Einrichtung war bei der Seilebene zu Lüttich gewählt worden (Cap. XVIII, § 14, Bd. I). Bei dem Locomotivbetrieb hingegen wird man einfach eine andere Locomotive nehmen.

Trotz dieser gewichtigen und auf der Hand liegenden Vorzüge des Locomotivbetriebes hat man dessen Nachtheile doch so bedeutend gefunden, dass man selbst in neuester Zeit, in welcher die Befahrung sehr steiler Strecken durch Locomotiven mit Erfolg ausgeführt war, noch unter besonders dazu auffordernden Verhältnissen Seilbahnen hergestellt hat. Sie haben in ihrer Anlage mehrere Einrichtungen gemein; stets ist die Steigung eine sehr schroffe, sie dienen vorzugsweise einem localen kleinen, aber oft sich wiederholenden Verkehre und werden in Folge dessen mit besonders construirten Wagen befahren; sie sind in der Regel kurz und geradlinig, stets zweigleisig und derartig eingerichtet, dass ein Zug in derselben Zeit zu Berg, während ein anderer zu Thal fährt, dass also ausser der Ueberwindung der Reibungswiderstände nur das Emporheben der reinen Nutzlast von der Maschine zu leisten ist. Nur in einem einzigen Falle, bei der St. Paulo-Bahn in Brasilien, sind Seilebenen dazu bestimmt, die Wagen der anschliessenden gewöhnlichen Eisenbahnen zu befördern, also einen durchlaufenden Verkehr herzustellen.

Literatur-Nachweis.

Ueber Seilebenen im Allgemeinen.

Zeitung des österr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1870, p. 167—181 und 187—195, Ernst Pontzen, Ueber Verbindung zweier durch einen Gebirgszug getrennter Eisenbahnen; im Auftrage des Minist. als Vorstudie für die Arlberg-Bahn.

Desgleichen, 1874, p. 213 u. f. Maader, über Berg-Bahnen.

Zeitung d. Ver. deutscher Eisenbahnverwaltungen 1874, p. 1060. Auszug aus Maader's Aufsatz.

In den folgenden kurzen Beschreibungen ausgeführter neuerer Seilbahnen werden die Mittel näher beleuchtet werden, welche den Gefahren des Betriebes zu begegnen bestimmt sind.

§ 2. Die Eisenbahn von Lyon nach Croix-Rousse.

Zur besseren Verbindung des von 40,000 Einwohnern besetzten Stadtviertels La Croix-Rousse mit dem etwa 80 Meter tiefer liegenden Haupttheile von Lyon wurde im Jahre 1862 nach 2jähriger Bauzeit eine steile Eisenbahnstrecke mit Seilbetrieb eröffnet; die Ingenieure waren Molinos und Pronnier. Die Länge der geradlinigen Strecke beträgt 489^{m}, die durchschrittene Höhe 70^{m}, das Einheitsgefälle 160$^{0}/_{00}$; die breitbasigen Schienen liegen auf hölzernen Langschwellen, diese auf Querschwellen. Die Bahn ist doppelgleisig, ein Zug steigt zu Berg, während der andere zu Thal sinkt; an den beiden Enden der Bahn liegen bedeckte Bahnhofshallen, in denen die Gleise noch immer in einer Steigung von 20$^{0}/_{00}$ angeordnet sind, damit einerseits die Züge bis ans Ende des unteren Bahnhofs gelangen können und damit andererseits die Züge im oberen Bahnhofe das Bewegungsseil in Spannung halten und ohne Weiteres ihren Weg beginnen können, wenn die Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Die beiden Bahngleise, welche grossentheils unterirdisch in Tunnels oder tiefen Einschnitten liegen, verzweigen sich in den Bahnhöfen durch Weichen in je 2 Strängen, indem sowohl das linksseitige wie das rechtsseitige mit zwei Endstrecken versehen ist. Von diesen gehören die inneren dem Personen-, die äusseren dem Güterverkehre an. Die Züge bestehen jedesmal aus 3 Wagen an jedem Ende des Betriebsseiles, wodurch die todte Last der Wagen aufgehoben wird und nur die Nutzlast gehoben oder gesenkt zu werden braucht. Der Unterbau aller Wagen ist im Wesentlichen derselbe; der Wagenkasten der Personenwagen hat 2 Stockwerke und enthält 108 Sitzplätze, so dass mit einer Fahrt bei voller Besetzung 324 Personen bergauf und ebensoviele bergab befördert werden können. Die Fahrgeschwindigkeit ist 2^{m} in der Sec., die Dauer einer Fahrt etwa 3 Minuten; das Gewicht eines leeren Wagens beträgt 12000 Kilogr., mit Personenbesetzung 19000 Kilogr. Aus diesen Angaben ergiebt sich die Leistung der Betriebsmaschine zu etwa 150 Pferdekräften. Solcher Maschinen sind 2 angeordnet, welche an der Spitze der geneigten Ebene seitwärts mit Ausblick auf den oberen Bahnhof erbaut sind; die eine ist für den Personenverkehr, die andere für den Güterverkehr bestimmt.

Es sind Hochdruck-Dampfmaschinen, Zwillingsmaschinen, welche mit ihren Kurbelstangen direct an die Krummzapfen der Seiltrommel greifen. Das Betriebsseil ist 5 Mal um diese Trommel gelegt und trägt an beiden Enden, nachdem es um entsprechende Leitrollen geführt ist, unmittelbar die Wagenzüge. Bei Umdrehung der Trommel wird demnach das eine Ende des Taues sich nähern, während das andere sich entfernt, wobei das Tau sich von einer Seite der Trommel nach und nach zur anderen Seite bewegt; es wird hierbei durch besondere Leitösen unterstützt. Der Dampf im Kessel hat 5 Kilom. Spannung überhaupt, die Durchmesser der Cylinder haben 0^{m},680; der Kolbenhub ist 2^{m},000, Durchmesser der Seiltrommel 4^{m},500, deren Länge 3^{m},375. Die Umsteuerung geschieht mittelst Hängetaschen; zur Seite der Seiltrommeln befinden sich Bremsringe, die theils mit der Hand, theils durch Hülfe eines kleinen Dampfcylinders regiert werden können. Im Kesselhause ist ausserdem eine kleine Dampfmaschine zum Speisen des Kessels und Anfachen des Feuers aufgestellt. Das Betriebsseil hat bei der grössten Anstrengung 9000 Kilogr. Spannung zu ertragen; man verwandte anfangs Gussstahl-Drähte (252 Drähte von 2^{mm} Durchmesser, welche in 7 Strähnen angeordnet waren), ist aber bald auf Eisendrähte derselben Stärke

gekommen, weil der Stahldraht die Biegungen nicht ertrug. Mit dem Eisendrahtseil ist man jedoch sehr zufrieden.

Von besonderer Wichtigkeit sind die gegen etwaigen Seilbruch getroffenen Vorsichtsmaassregeln. Diese bestehen aus zwei Systemen vorzugsweise selbstthätig wirkender Bremsapparate, welche durch das Zerreissen des Seils augenblicklich in Thätigkeit treten, ausserdem aber auch willkürlich durch die Hand des Schaffners ausgelöst werden können. Das erste System setzt sich zusammen aus 4 gewöhnlichen Bremsbacken, welche auf vorspringende cylindrische an den 4 Laufrädern jedes Wagens befestigte Scheiben wirken und durch 4 Gewichtshebel angedrückt werden. Da jedoch bei der Steigung der Bahn von 0,16 selbst bei vollständiger Feststellung der Wagenräder ein Herabgleiten des Zuges erfolgen würde, so ist noch ein zweites Bremssystem erforderlich, welches unabhängig vom Gewichte des Wagens auf die Schienen der Bahn wirkt. In der Mitte jedes Wagens und senkrecht über den Schienen befinden sich nämlich zwei Räder mit hohen doppelten Spurkränzen, die den Schienenkopf umfassen und durch die Bewegung des Wagens umgedreht werden, wenn sie mit ihrem bedeutenden Gewichte auf den Schienen aufruhen. Die Achsen dieser Räder besitzen rechts und links gedrehte Schraubenspindeln, auf denen Muttern laufen, welche zangenartige Apparate gegen die Schienen pressen können. Diese Zangen sind in Gelenkzapfen am Wagengestelle aufgehängt. Während des regelmässigen Betriebes sind die Zangen auseinander gesperrt und lassen die Fahrschiene ganz frei; die oben gedachten Rollen schweben über den Schienen und berühren sie nicht; sie sind durch einen Klinkhaken festgehalten, der ebenfalls die Gewichtshebel der Bremsbacken des ersten Systems zurückhält. Das Betriebsseil fasst den obersten der 3 Wagen eines Zuges an mit einer centralliegenden Zugstange, die zunächst auf ein paar Blattfedern wirkt; in der Verlängerung zieht diese Zugstange stets an dem Klinkhaken und hält ihn sicher zurück. Sobald hingegen durch einen Seilbruch die Blattfeder ausser Spannung geräth, schnellt sie zurück, der Klinkhaken wird gelöst und mit ihm auch die Gewichtshebel des ersten und die beiden Rollen des zweiten Bremssystemes, welche auf die Bahnschienen fallen, in Drehung gesetzt werden und die 4 Zangenpaare gegen und unter die Schienenköpfe pressen. Man sieht auch, dass man leicht durch eine Schraubenspindel, ähnlich wie bei der gewöhnlichen Eisenbahnbremse unabhängig von der Zugfeder, die Klinkhaken zurückdrücken und alle Bremsen in Thätigkeit setzen kann. Wenn die Bremsen des ersten Wagens gelöst sind, so werden durch die Vermittelung einer von Wagen zu Wagen gehenden Zugstange auch die ähnlich construirten Bremsen aller Wagen in demselben Augenblicke zur Wirkung gebracht. Der Apparat ist zwar sehr zusammengesetzt, arbeitet aber auch sehr schnell und kräftig. In Uebereinstimmung mit der Rechnung wird, wie wiederholte Versuche bestätigt haben, die durch die Zuggeschwindigkeit von 2 Met. in der Sec. erzeugte lebendige Kraft so schnell verzehrt, dass nach einem Seilbruch der Zug nur einen Weg von $2^m,50$ bis zu seinem Stillstand zurücklegt.

In der Fig. 1^a, 1^b, 1^c, Taf. LXXV sind die Haupttheile der Bremsen und des Wagengestells im Querschnitt, Längenschnitt und Grundriss abgebildet.

Bemerkenswerth ist noch die Vorrichtung, welche verhütet, dass beim Einfahren des Zuges in den viel weniger geneigten Bahnhof, wo die Spannung im Fahrseil fast verschwindet, die Bremse in Thätigkeit gelangt. Es ist nämlich die Welle, an welche die verschiedenen Bremsapparate gehängt sind und welche sich beim Niederfallen der Gewichtshebel und Räder drehen muss, nach der einen Seite verlängert und trägt hier an einem Hebel eine Rolle, welche am Perron des Bahnhofes eine Führung

findet und derartig das Herabsinken verhindert. Fährt der Zug wieder den Berg hinan, so tritt auch wieder der Klinkhaken ein und die Führung kann wegbleiben. Die Bahn hat bis 1862 1433000 Frcs. gekostet. Im Jahre 1869 betrugen die Einnahmen, bei einem Fahrpreise von 10 bis 20 Cent. pro Person und Fahrt, 317013 Frcs., die Ausgaben 141064 Frcs., also 175949 Frcs. Ueberschuss, wodurch nach Abzug von Verzinsung des Capitals, Amortisationen und Vergrösserung des Reservefonds 60000 Frcs. zur Vertheilung als Dividende gelangten. Seit Eröffnung der Bahn ist, soviel bekannt geworden, ein Unglück beim Betrieb derselben nicht zu beklagen gewesen.

Literatur-Nachweis.

Broise & Thieffry, Album encyclopédique des chemins de fer 1862, 8 Tafeln u. 1 Text, Original-Artikel.

Nouvelles Annales de la Construction 1869, p. 57, Molinos & Pronnier, Original-Artikel.

Annales des mines. T. XX, p. 621, Theoretische Abhandlung über die Bremse.

Bulletin de l'Encouragement 1863.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnw. 1864, p. 208; 1867 p. 175; 1870, p. 256 (nach den Annales d. l. Constr.)

Polytechnisches Centralblatt 1870, p. 820.

Zeitschrift des Arch. u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1871, p. 247. Kurze Notiz.

Zeitschrift des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1870, p. 253 (nach den Annales d. l. Constr.); 1870, p. 401, Betriebseinnahmen vom Jahre 1869.

---

§. 3. Die Ofener Seilbahn.

In den Jahren 1868—69 wurde eine mit Dampfmaschinen betriebene Seilbahn erbaut und im März 1870 eröffnet, welche den unteren Theil der Stadt Ofen mit der etwa $47^m,4$ höher liegenden Königsburg verbindet. Zuerst dem Grafen Eug. Széchényi concessionirt, übernahm eine Actiengesellschaft die Ausführung, welche sie dem Ingenieur Wohlfarth übertrug.

Das Längenprofil der Bahn ist in Fig. 2^a auf Taf. LXXIV dargestellt. Die Bahn besitzt eine Steigung von 30° gegen den Horizont (577‰) und ist ausschliesslich für den Personenverkehr bestimmt; sie ist mit breitbasigen leichten Schienen auf hölzernen Langschwellen, die wieder auf eingemauerten Querschwellen verkämmt sind, zweigleisig erbaut und wird auf jedem Gleise mit einem einzigen der grossen Steigung entsprechend treppenförmig in 3 Abtheilungen gestalteten Wagen mit 24 Sitzplätzen befahren. Auch hier braucht die Maschine ausser den Reibungswiderständen nur die Nutzlast zu fördern, indem der eine Wagen aufsteigt, während der andere niedersinkt. Die Bahnhöfe bestehen in Folge dieser Verhältnisse aus kleinen Gebäude-Anlagen zu beiden Enden der Bahn mit treppenförmigen Einsteigebühnen, welche überdacht sind. Die Dampfmaschine steht im Kellergeschoss des unteren Aufnahmegebäudes; sie ist eine Zwillingsmaschine mit Cylindern von 395^{mm} Durchmesser und 632^{mm} Hub; die Kessel sind mit 10 Atmosphären geprüft worden. Auf der Bahn und zwischen den Schienen jedes Gleises liegt auf Unterstützungsrollen ein aus 36 Drähten in 6 Strähnen bestehendes Seil von etwa 26^{mm} äusserem Durchmesser und 1,6 Kilogr. per laufd. Met. Gewicht. Das Seil ist oben um eine hoch in der Bahnebene liegende Umkehrrolle geschlungen und unten am Umfange je einer rechts oder links sich umdrehenden Seiltrommel von $2^m,844$ Durchmesser befestigt. Die Trommeln tragen auf ihrer Achse Bremsringe und conische Räder, die mit einem 3ten conischen Rade zusammenarbeiten, welches auf der 158^{mm} starken stählernen Betriebskurbelwelle der Dampfmaschine

sitzt. Die Wagen hängen mit dem Seile durch Klemmbüchsen zusammen; sie wiegen leer 2800 Kilogr., mit Personen etwa 4300 Kilogr. Die Sicherheitsvorrichtungen, welche zum Festhalten der Wagen im Falle eines Seilbruches dienen, haben in gewisser Weise Aehnlichkeit mit den Fangapparaten an Förderkörben bei Bergwerken. Die in der Mitte unter dem Wagenkasten liegende Zugstange wirkt auf den Wagen durch die Vermittelung einer recht elastischen Lockenfeder, welche sich um etwa 26 Centim. zusammendrückt, wenn die Seilspannung wirkt. Beim eintretenden Seilbruche werden durch die Feder die Zugstange und die mit ihr zusammenhängenden Bremsapparate zurückgeschnellt. Letztere bestehen in zahnradartigen Organen, welche seitwärts unterhalb der Langhölzer des Wagenkastens hervortreten und sich gegen feste Holzbalken (Fangbäume) einkeilen, die zu beiden Seiten jedes Gleises in seiner ganzen Ausdehnung mit einem Mauerwerk kräftig verbunden sind. Es war also nöthig, durch 2 theilweise aus Quadern bestehende Mauern die doppelgleisige Bahn einzufassen und ausserdem noch eine dritte Mauer als Scheidemauer zwischen den Gleisen auszuführen. Die Fangbäume sind 32 Centim. breit und 15 Centim. hoch.

Am oberen Wagenende sitzen rechts und links, auf Hebeln schwingend, zwei Zahnräder, die sich im Innern gegen keilförmig gestellte, schräg gegen einander abgesteifte Zahnstangen stützen. Diese sind mit ihren Verlängerungen mit Gewichtshebeln, die gleichfalls mit der Zugstange des Wagens gelenkartig zusammenhängen, verbunden. Wenn das Seil gespannt ist, wird der Gewichtshebel horizontal emporgezogen, und das oben erwähnte Zahnrad tritt nicht vor dem Wagenrad hervor. Beim Reissen des Seiles jedoch fällt der Gewichtshebel nieder und presst die Zahnräder nach Aussen in die Fangbäume. Am unteren Wagenende liegen zwei durch einen kreisförmigen Zahnbogen in einander greifende doppelarmige nach aussen gezackte excentrische Hebel, die gleichfalls durch die Zugstange mitgenommen und gedreht werden. Beim Seilbruch greifen die dann vortretenden excentrischen Zahnbögen in die Fangbäume und fressen sich dort ein.

Vor der Eröffnung wurden mehrfache Versuche mit dem Bremsapparate angestellt, die zur vollen Zufriedenheit ausfielen; beim Loslösen des Seils liefen die Wagen je nach der Belastung nur 25 bis 50 Centim. bis zum Stillstande rückwärts. Die Gesammtkosten betrugen 182300 fl. österr. W., wovon 19450 fl. auf die Maschine, 9500 fl. auf die Kesselanlage, 5850 fl. auf drei Wagen entfielen.

Die Anlage ist in den wesentlichen Theilen auf Taf. LXXIV, Fig. 2^b, 2^c, 2^d, 2^e, 2^f und 2^g abgebildet worden.

Die Art der Befestigung des Drahtseiles am Wagen mittelst eines Klemmapparates, geht aus der Fig. 2^h hervor. Derselbe besteht aus zwei Theilen, und ist in demselben eine kleine längliche Höhlung ausgehauen, in die das Ende des Seiles mit 6 Schrauben eingeklemmt wird. In den Zughaken des Wagens wird diese Seilklemme mittelst beweglicher Schlingen befestigt.

Literatur-Nachweis.

Organ des ungarischen Ingenieur-Vereins 1870, Nr. 5, Original-Aufsatz.
Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnw. 1871, p. 168—169 u. Abbildungen.
Zeitschrift d. österr. Ingen.- u. Arch.-Vereins 1870, p. 181 nebst Zeichnungen.
Zeitschrift d. Arch. u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1871, p. 248. Kurze Notiz.
Engineering V, 10, p. 293, 295.

§. 4. Seilbahn auf den Leopoldsberg bei Wien.

Diese Seilbahn, von der Union-Baugesellschaft unter Leitung der Herren Stix und Stach erbaut, führt von dem Ufer der Donau oberhalb Wien bei einer Station der Franz-Joseph-Bahn auf die durch ihre schöne Aussicht berühmte Höhe des Leopoldsberges, eines Ausläufers des Wiener-Waldgebirges. Der schroffe Abhang ist mit einer Doppelbahn in einer unteren Neigung von 1 : 2,32 und einer oberen von 1 : 3,73 belegt, wie aus dem Längenprofil (Fig. 3 auf Taf. LXXIV) zu ersehen ist. Die horizontale Entfernung der beiden Endpunkte misst 760^{m}, der Höhenunterschied 242^{m}; die Spurweite der auf Langschwellen gelagerten Bahn ist 1^{m},895, die Entfernung der beiden Gleise von einander beträgt 6,30 Met. Die mit einem Kostenaufwand von 860000 Frcs. erbaute, seit Mai 1873 eröffnete Bahn dient ausschliesslich dem Personenverkehr; auf jedem Gleise läuft ein Wagen von 9^{m},40 Länge, 3^{m},29 Breite, 5^{m},50 Höhe von den Schienen; er wiegt leer 15000 Kilogramm und fasst in zwei Stockwerken 100 Personen; die Sitze sind in 5 staffelförmig angeordneten Abtheilungen untergebracht.

Die auf dem Berggipfel stehende Dampfmaschine mit einer Leistungsfähigkeit bis zu 260 Pferdekraft ist nach Art der Fördermaschinen für Bergwerke erbaut, hat 2 Cylinder von 0^{m},63 Durchmesser und 1^{m},90 Hub. Die Kolbengeschwindigkeit beträgt etwa 1^{m} in 1 Sec.; der Dampf im Cylinder hat 5 Atmosphären Ueberdruck bei $^{1}/_{4}$ mittlerer Füllung. Auf der Kurbelwelle sitzen 2 Zahnräder von 3^{m},50 Durchmesser, welche in 2 grosse Räder von 6^{m},90 Durchmesser greifen, die am Rande von 2 Seiltrommeln derselben Grösse befestigt sind. Die Geschwindigkeit des Wagens ist im Maximum 3^{m} in der Sec. Jeder Wagen hängt an einem besonderen Zugseile von 54^{mm} Dicke, bestehend aus 114 Gussstahldrähten von 3^{mm} Durchmesser; das eine Seil ist von oben, das andere von unten um die Trommel geschlungen, so dass die beiden Wagen stets in entgegengesetzter Bewegung begriffen sind und sich auswiegen. Ausser dem Zugseile sind die Wagen am unteren Theile der geneigten Ebene mit einem sogen. Spannseile von 20^{mm} Durchmesser verbunden, welches um eine unten liegende Umkehrrolle von 6^{m},30 Durchmesser gelegt ist. Der Stand des Maschinisten ist im oberen Stockwerke, von wo er einen Theil der Bahn und stets einen der beiden Wagen überblicken kann. Von seinem Stande aus kann er die Maschine und die Bremsvorrichtungen regieren. Das Hauptsicherheitsmittel bei etwa eintretendem Seilbruche ist ein Fangseil von demselben Durchmesser, wie das Zugseil; es verbindet beide Bahnwagen miteinander, indem es über eine am Gipfel der geneigten Ebene angebrachte Rolle vom Durchmesser der Gleisentfernungen gelegt ist. Beide Seile, das Zugseil sowohl als das Fangseil, sind elastisch mit den Wagen befestigt; letzteres kann durch eine Schraube in seiner Länge regulirt werden, so dass es in eine gewisse Spannung versetzt wird. Beim Bruche des Zugseiles wird das Fangseil die ganze Spannung, wie man glaubt, ohne Stoss aufnehmen. Eine Bremsvorrichtung besitzen die Wagen nicht, dagegen hat das Fangseil an der oberen Rolle eine vom Maschinisten schnell in Wirkung zu setzende Dampfbremse. Der Erbauer glaubt durch das Fangseil eine grössere Sicherheit zu gewinnen, als durch eine andere beim Seilbruch selbstthätig wirkende Bremsvorrichtung, da die Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen sei, dass die Auslösung dieser Bremsen nicht erfolgt, wenn durch eine grössere Seillänge zwischen Wagen und Bruchstelle ein bedeutender Widerstand geschaffen würde. Für alle Fälle ist an den Wagen eine kräftige, von dem Schaffner zu lösende Stütze

angebracht, welche nöthigen Falls durch Eingreifen in das Bahngestänge das Herunterrollen verhindern soll.

Gegen Ende des Jahres 1873 wurde vom österreichischen Handelsministerium die Aufgabe gestellt, eine Sicherheitsvorrichtung an den Bahnwagen weiter anzubringen, dass auch nach dem Zerreissen beider Seile, des Zugseils und des Fangseils, ein Stillstand des Wagens erreicht wird. Diese Aufgabe ist durch Herrn Ingenieur Emil Schrabetz, jetzigen Director der österreichischen Bergbahn-Gesellschaft in Wien, unter theilweiser Benutzung der bei der Bahn Lyon-Croix-Rousse angeordneten Bremse folgender Art gelöst worden.

Wiederum sind es schraubstockähnliche Zangenpaare, welche die Köpfe der Fahrschienen umfassen; auch hier werden sie angezogen durch eine mit Rechts- und Linksgewinde versehene horizontale Welle, jedoch wird das Umdrehen dieser Welle nicht durch das Abrollen eines besonderen Räderpaares auf den Schienen, sondern durch Einrücken einer Frictionskuppelung in entsprechendem Ansatze auf der Laufachse des Wagens, hervorgerufen. Durch das nun erfolgende Abwickeln eines dünnen Drahtseiles von der eben erwähnten Bremsrolle werden auch die Zangenpaare angepresst. Das Einrücken der Frictionskuppelung wird durch den Schaffner bewirkt, wenn die Geschwindigkeit des abwärts fahrenden Wagens ungebührlich gross wird, was ausserdem noch durch einen Regulator und ein Läutewerk angezeigt wird. Dieser sinnreiche Apparat, dessen Anbringung bei dem zur Verfügung stehenden beschränkten Raume schwierig war, nimmt auch durch die Zwischenlage elastischer Mittel an mehreren Stellen Rücksicht auf die Unregelmässigkeit der Bahn und das Schwanken des Wagens; er hat den Vortheil, die Bewegung der Masse durch eine auf längeren Weg vertheilte Arbeit zu tilgen, und vermeidet daher zerstörende Stosswirkungen; er ist übrigens sehr zusammengesetzt und bedarf gewiss sehr der sorgsamen Ueberwachung.

Literatur-Nachweis.

Organ für d. Fortschr. des Eisenbahnw. 1873, p. 204. Die Personenwagen, 1874, p. 45.
Winkler, technischer Führer durch Wien 1873. Autograph. Beschreibung der Bahn durch die Direction der Union-Baugesellschaft. Wien 1873.
Schrabetz, Bremsvorrichtung für die Wagen der Leopoldsberg-Bahn. Wien 1876, (nicht im Handel).
Engineering (deutsche Ausgabe) 1874, p. 167. Die Personenwagen.

---

§. 5. Die Seilbahn in Pittsburgh, Pa, Vereinigte Staaten Nordamerikas.

(Monongahela inclined plane) hat eine horizontale Länge von 192^m und eine verticale Höhe von 111^m bei einer gleichmässigen Steigung von 580 $^0/_{00}$. Die ganze Anordnung ist der von Leopoldsberg sehr analog, nur im Ganzen kleiner. Die am Gipfel des Berges errichtete Maschine besitzt 2 Cylinder von 0^m,30 Durchmesser und 0^m,60 Hub, die eisernen Fördertrommeln haben 2^m,70, das Drahtseil hat 33^{mm} Durchmesser und besteht aus 114 Drähten. Zur Sicherheit dient ein Fangseil; auf jedem Gleise läuft ein Wagen von 25 Sitzplätzen; die Fahrt dauert $1^1/_2$ Minuten bei etwa 2^m,40 Geschwindigkeit in 1 Sec. Die Bahn lehnt sich an einen schroffen felsigen Abhang und ruht an ihrem unteren Theile brückenartig auf eisernen Pfeilern.

Literatur-Nachweis.

Maader, über Bergbahnen.
Zeitung des österreich. Ingen. und Arch.-Vereins 1874, p. 213.
Photographien von S. V. Albee. Pittsburgh 185, Penn Str.

---

§. 6. Die Seilbahn auf den Mount Auburn in Cincinnati.

Im Jahre 1872 erbaut und den vorigen sehr ähnlich, verbindet sie zwei Strassenebenen der Stadt miteinander; ihre schräge Länge misst 260^m, die verticale Höhe $83^m,60$; der unterste Theil hat ein Gefälle von 320‰, der obere von 260‰. Auf dem oberen Ende steht eine Zwillings-Fördermaschine mit 2 Cylindern von je 30 Pferdekräften; die Kurbelwelle trägt ein Zahnrad, dieses greift in den Zahnkranz der beiden Fördertrommeln von etwa 3^m Durchmesser. Die Seile sind aus Stahldraht hergestellt und haben 31^{mm} Durchmesser; ausserdem ist ein Fangseil von derselben Stärke angeordnet, dessen obere Rolle eine selbstthätige Bremsvorrichtung besitzt. Jeder Wagen kann 60 Personen fassen; in heissen Sommertagen sind in 6 Stunden 9000 Personen nach allen Richtungen zusammen befördert worden. Man beabsichtigte, noch mehrere solcher Seilebenen in Cincinnati anzulegen.

Literatur-Nachweis.

Scientific American 1873.
Zeitschrift des Arch. u. Ingen.-Vereins zu Hannover 1873, pag. 557; (nach dem Vorigen).

---

§. 7. Seilebene zu Jersey-city, New-York gegenüber.

Eine der Stadt New-York gegenüber, am anderen Ufer des Hudson, sich weit erstreckende Hügelkette (the Bergen hills), auf deren Höhe Jersey-city liegt, wird durch eine Menge Eisenbahnen und Landstrassen, theils mittelst Tunnels und Einschnitten durchschritten, theils mit geneigten Ebenen erstiegen. Von Interesse für den behandelten Gegenstand ist eine Seilebene, auf welcher ausser Personen auch die gewöhnlichen Strassenfuhrwerke befördert werden. Die von der North-Hudson-County-Car-Company erbaute Strecke (the street car elevator), besteht aus einer zweigleisigen Bahn mit $2^m,38$ Spurweite in einer Neigung von etwa $^1/_4$; sie vermittelt eine Höhendifferenz von $31^m,16$. Die von Drahtseilen gezogenen Wagen haben 4 Achsen, welche zu 2 Untergestellen gehören; auf ihnen ruhen, von kräftigen Gerüsten unterstützt, horizontale grosse Gedecke, auf welche die Strassenfuhrwerke auffahren und welche ausserdem kleine Häuschen zur Aufnahme der Fussgänger tragen. Auf jedem Gleise der geneigten Ebene läuft nur ein Wagen, dessen Eigengewicht durch den anderen aufgehoben wird; während der eine Wagen am unteren Ende der Bahn in eine Vertiefung gesunken ist, so dass die Krone der Anfahrtstrasse mit seinem Gedecke übereinstimmt, hat der obere Wagen eine solche Stellung angenommen, dass der freie Verkehr zur oberen Strasse offen steht. Es versteht sich von selbst, dass die Gedecke der Bahnwagen mit kräftigen Brustwehren versehen sind. Die Dauer einer Fahrt beträgt gewöhnlich eine Minute. Die auf der Höhe stehende Dampfmaschine hat 2 Cylinder von je 40 Pferdekräften; auf der Krummzapfenwelle befinden sich Getriebe, welche in die grossen Zahnräder der beiden Seiltrommeln von $3^m,65$ Durchmesser greifen. Die beiden Zugseile bestehen aus Stahldraht und haben 44^{mm} Stärke; ausserdem hängen beide Bahnwagen durch ein starkes Stahldrahttau (das Fangseil)

unmittelbar zusammen, welches, wie es scheint, stets unter einer gewissen Spannung gehalten wird und deren Seilscheibe mit guten Bremsvorrichtungen versehen ist.

Die Anlage ist im Sommer 1874 für die Summe von 80000 $ erbaut worden. Man beabsichtigt an demselben Höhenzug noch mehrere ähnlich construirte Seilebenen zu errichten.

Literatur-Nachweis.

Scientific American 1875 vom 27./2. mit Abbild.

§. 8. Patent-Drahtseilbahn (System G. Sigl).

Nicht weit von Wien wurde im Herbste 1874 eine nach G. Sigl's patentirtem System gebaute Seilbahn eröffnet, welche sich durch eine eigenthümliche billige Construction auszeichnet und von den Staatsbehörden Oesterreichs als vollkommen gefahrlos und betriebsfähig erklärt wurde. Diese Versuchsbahn führt vom oberen Ende des Hütteldorfer Thales nach der Sophienalpe; die Endpunkte liegen 108^m in verticaler und 600^m in horizontaler Entfernung voneinander; die Durchschnittssteigung ist 1 : 5,5, die grösste Steigung 1 : 3,9, die kleinste 1 : 7. Es können in 12 leichten Wagen mit je 4 Plätzen, die mit einer Geschwindigkeit von $1^m,6$ in 1 Sec. einander in kurzen Zwischenräumen folgen, in 1 Stunde 200 Personen den Berg hinan und ebensoviele zu gleicher Zeit bergab gefahren werden. Auf der schmalspurigen (etwa $1^m,20$) zweigleisigen sehr leicht gebauten Bahn befindet sich ein in sich selbst zurückkehrendes Drahtseil, welches in Entfernungen von je 50 Met. kugelförmige Knoten trägt, oben und unten unter die Bahn hinabsteigt und dort über Umkehrrollen geführt ist. Die untere Rolle ist in einer Bahn verschiebbar und durch ein Gewicht angespannt; die obere Rolle dagegen ist mit einem etwa $1^1/_2$ Met. grossen conischen Rade, welches in ein kleines Getriebe greift, verbunden. Letzteres sitzt auf einer mit einer Riemenscheibe versehenen Welle und erhält seinen Antrieb von einer Locomobile von 15 Pferdekräften. Beide Bahngleise sind an den Endpunkten durch einfache Schiebebühnen in Verbindung gesetzt. Das Drahtseil, welches natürlich über Leitrollen läuft, wird in continuirlicher Bewegung erhalten, so dass das eine Gleis stets nach oben, das andere stets nach unten befördert. Die Wagen werden mit dem Seile verbunden, an den Enden der Bahn selbstthätig gelöst, die Personen steigen aus und ein, die Wagen werden dann über die Schiebebühne zum Nebengleis geführt, wieder mit dem Seile verbunden u. s. f. Die 8,4 Ctr. schweren Personenwagen ähneln in ihrer äusseren Erscheinung den gewöhnlichen städtischen Strassenwagen, haben feste Achsen und Räder mit Naben, eiserne Radreifen mit Spurkränzen; der geschweifte Wagenkasten ruht auf 4 doppelten Blattfedern. Unter dem letzteren ist ein deichselartiges verschiebbares Langholz angebracht, welches mittelst einer langen sehr elastischen Spiralfeder den Zug des Seiles auf den Wagen überträgt. Mit der Deichsel ist drehbar ein nach unten schräg gerichteter Arm verbunden, welcher unten eine löffelartige Klaue besitzt, zum Eingriff in die schon erwähnten Seilknoten. An dem Löffel wachsen beiderseits vorstehende Zapfen mit Rollen aus, welche das Loslösen des Wagens selbstthätig bewerkstelligen, wenn entsprechend geformte Auflaufflächen dagegen stossen. Dieselbe Deichsel dient ferner zur selbstthätigen Unterschiebung von

eilklötzen hinter Rad und Schiene, wenn durch irgend ein Ereigniss die Seilspanıng aufgehört hat. Es schwingen nämlich an starren Armen die Keilklötze um die chsen der Räder und sind durch Anbringung von Gelenkstäben von der Verschieıng der Deichsel abhängig gemacht. Bricht das Zugseil, so springt die Spiralfeder ırück, die Deichsel verschiebt sich und bringt die 4 Keilklötze unter die Räder, so ıss deren Drehung verhindert wird. Sollte die Neigung der Bahn so gross oder die eibung so gering sein, dass dann noch die Wagen eine abwärts gerichtete Gleitbeegung annehmen würden, so ist noch durch Anbringung von Haken und Vorsprün-en an Schwellen und Keilklotz ein weiteres Hemmniss geschaffen, durch welche jedes eitere Fortgleiten unbedingt ausgeschlossen wird.

Eine anderweitige Bremsvorrichtung ist überhaupt nicht vorhanden. Zeigt das ängenprofil der Bahn ausschliesslich gerade oder nach oben convexe Linien, so lagert ıs Seil auf gewöhnlichen Führungsrollen, und der Apparat am Wagen ist der vorher eschriebene. Hat aber die Bahn Brechpunkte, die sie nach oben concav gestaltet, muss das Zugseil unter die Rollen greifen, und dann ist es nöthig, die Führungsıllen einseitig an die Lagerböcke zu stecken und dem Kuppelungsarm mit dem Löffel ne entsprechende Seitenkröpfung zu ertheilen.

Auf Taf. LXXV in Fig. 2^a und 2^b ist das obere und untere Ende dieser Seilıhn und in Fig. 3^a, 3^b und 3^c die Wagen in 2 Ansichten und Grundriss dargestellt.

Man sieht, dass eine Sigl'sche Seilbahn, die jedoch wohl noch mannichfacher ervollkommnung fähig ist, sehr billig sein muss. Sie kostet in dem beschriebenen eispiel 48000 fl. Ihr Hauptvorzug besteht in der Verminderung der Gefahr und daher der Vereinfachung aller technischen Einrichtungen durch die Zersplitterung des erkehrs in kleinste Gruppen; sowie in dem continuirlichen Betriebe, der stets nur hr kleine Arbeitsleistungen zu vollziehen hat.

Literatur-Nachweis.

raktischer Maschinen-Constructeur 1875 mit guten Abbildungen.
ngineering, deutsche Ausgabe 1874, 23. Octbr.; 1874, 4. Decbr., pag. 260, 267, Automatische Sicherheitsvorrichtung.

---

§. 9. Die Eisenbahn von San Paulo in Brasilien.

Im Jahre 1860 wurde der Bau einer Eisenbahn von S. Paulo (etwa 350 Kilom. ıdwestlich von Rio-Janeiro in Brasilien) nach Jundiahy begonnen und in etwa 8 Jahn vollendet, nachdem die Voruntersuchungen schon seit 1856 eingeleitet worden aren. Diese Eisenbahn, welche sehr bedeutende Bau-Schwierigkeiten zu überwinden ıtte, ist im Ganzen 140 Kilom. lang, beginnt bei Santos am atlantischen Ocean, ırchzieht dann ein niedriges Sumpfland und erreicht nach 21,6 Kilom. den Fuss ner parallel der Küste und senkrecht zur Bahn streichenden Bergkette (Serra do ar), welche schroff bis zu einer Höhe von 780^m über Meer emporsteigt. Um mit er begrenzten Bausumme auszukommen, musste man die zuerst gehegte Absicht, die ebirgshöhe mit einer Locomotivbahn zu ersteigen, aufgeben und sich entschliessen, ne Reihe von Seilebenen in schroffem Gefälle zu errichten und diese mit feststehenen Dampfmaschinen zu betreiben. Vom Gipfel der Bergkette bis nach Jundiahy 10 Kilom.) wird das Hügelland mit einer gewöhnlichen Locomotivbahn durchfahren, e aber noch auf etwa 2,5 Kilom. Länge ein Gefälle von $25^0/_{00}$ besitzt. Der höchste

Punkt der Bahn liegt in einem 1 Kilom. langen Tunnel. Sehr bedeutende Erdarbeiten mit schwer zu besiegenden Erdrutschungen, sowie hohe Thalübergänge waren unvermeidlich.

Von besonderer Wichtigkeit, namentlich für die Zwecke dieses Aufsatzes, sind die Seilebenen, über welche nicht wie bei den bisher beschriebenen Anlagen ein Localverkehr, sondern ein grosser durchlaufender Verkehr geführt wird.

Es sind 4 gesonderte Seilebenen in einem Gefälle von 1 : 9,75 und in einer Länge von je 1,7 bis 2,1 Kilom. erreicht worden. Jede Seilebene ist von der folgenden durch eine Stufe von etwa 75^m Länge, mit einer abwärts gerichteten Neigung von $\frac{1}{75}$ getrennt; diese Stufe dient zur Aufnahme der zu der nächst tiefer liegenden Seilebene gehörigen Maschinenanlage; ihre Neigung genügt, um das Seil beim Abwärtsfahren aus der Maschine herauszuziehen. Die Seilebenen sind keineswegs geradlinig, sondern besitzen Curven von 600 bis 1600^m Radius; sie werden betrieben durch ein mit 2 freien Enden versehenes Seil, welches 2 Züge, einen aufwärts und einen abwärts laufenden, zu gleicher Zeit befördert. Zur möglichsten Kostenersparung haben die Gleise auf der geneigten Ebene eine besondere Einrichtung erhalten. Nur in der Hälfte jeder Seilebene ist die Bahn zweigleisig auf einer der Zuglänge entsprechenden Ausdehnung; unterhalb dieser Stelle, auf welcher überhaupt niemals mehr als ein Zug sich befinden kann, wird die Bahn durch Vermittelung von selbstthätigen Weichen eingleisig und trägt daselbst auch nur eine Reihe von Führungsrollen für das Seil; oberhalb der Mittelstrecke kann zwar auch nur ein Zug sein, jedoch befinden sich daselbst zwei Seile. Die Bahn ist demgemäss dort mit nur drei Schienen, von denen die mittlere beiden Gleisen gemeinsam angehört, hingegen mit zwei Reihen Führungsrollen belegt. Diese letzteren stehen in den Curven dichter, als in den geraden Strecken (14—20^m). Auf den Stufen zwischen zwei geneigten Ebenen liegen jedoch mehrere Gleise von etwa 80^m Länge, da die abwärts gerichteten Züge die Gleise nicht wechseln, die aufwärts gerichteten hingegen rechts oder links ausfahren. Man hat den Angriffspunkt des Seiles sehr tief an den Bremswagen angeordnet, sodass das Einsinken desselben in die Kehlen der Rollen unter allen Umständen mit Sicherheit erfolgt. Das Seil besteht aus Stahldraht und hat 32^{mm} Durchmesser; es wurde mit 35 Tonnen zerrissen; die grösste durch ein Manometer gemessene Arbeitsspannung während des Betriebes beträgt hingegen 4 bis $4^1/_2$ Tonnen. Die Dauer eines Seiles ist etwa 2 Jahre. Die Befestigung desselben an den Zughaken hat die Einrichtung, dass sich eine Drehung in der Achse des Seiles vollziehen kann. An der Spitze der vorher erwähnten Stufen zwischen zwei geneigten Ebenen, seitwärts von den Gleisen, stehen die Betriebsmaschinen, ein Paar horizontale Hochdruck-Dampfmaschinen von je 150 Pferdekraft mit Cylindern von 660^{mm} Durchmesser und 1^m,52 Hub, bei einem Dampfdruck im Cylinder von 2 Atmosph. Die Maschine macht 22 Umdrehungen in der Minute und treibt durch Vermittelung eines Zahnradgetriebes eine dreikehlige Seilscheibe von 3^m Durchmesser. Letzterer entspricht eine zweite gleich grosse Seilscheibe mit nur 2 Kehlen. Ueber beide legt sich das Zugseil in Gestalt einer 8. Um dann dem Seile die Richtung der Gleise zu ertheilen, sind andere horizontale Scheiben von ebenfalls 3 Met. Durchmesser angeordnet. Das Schwungrad ist mit einer kräftigen Bremsvorrichtung versehen, sowie mit einem Zeigerwerke, welches den Maschinisten von dem Stande des Zuges auf der geneigten Ebene unterrichtet.

Mit jedem Zuge gehen besondere 6 Tonnen schwere Bremswagen auf und ab; letztere tragen ausser den gewöhnlichen Blockbremsen an jedem Rade noch besondere

Sicherheitsbremsen, welche zangenartig die Schienenköpfe umfassen und durch die es möglich ist, bei Eintritt einer Gefahr den Zug nach wenig Meter Fahrt auf der schroffen Neigung zum Stillstand zu bringen. Das Hebelpaar, welches die Zangen bildet, wird durch eine von einem Rade bewegte rechts und links gewundene Schraube getrieben; vier Umdrehungen des Rades genügen, um die Festklammerung der Zange zu bewirken. Wenn diese Sicherheitsbremse nicht in Thätigkeit ist, schwebt sie mit Hülfe eines Gegengewichtes und geführt in eisernen Gleitstücken über den Schienen, wird aber im Augenblick des Gebrauches durch einen mit dem Fuss des Bremsers niedergedrückten Hebel in die richtige Lage gebracht. Ausser bei gefährlichen Ereignissen auf den Seilebenen wird die Zangenbremse auch oft zum Stillstehen des Zuges auf den Stufen zwischen zwei Seilebenen gebraucht. Die Bahn ist mit elektrischen Telegraphen und ausserdem mit Drahtzugsignalen versehen, vermöge welcher der Wärter mit dem Maschinisten in Verbindung treten und den Zug an einer beliebigen Stelle der Bahn stille halten kann.

Die Züge bestehen ausser dem Bremswagen, an welchem das Seil befestigt ist, aus drei beladenen Wagen von zusammen 34 Tonnen, so dass das Maximalgewicht im Ganzen $34 + 6 = 40$ Tonnen beträgt, wovon 21 Tonnen Nutzlast. Die durchschnittliche Fahrzeit auf einer Seilbahn ist etwa 15 Minuten, also für die 4 Seilbahnen etwa 1 Stunde, in welcher, da alle 4 Seilbahnen zu gleicher Zeit unabhängig von einander thätig sind, 24 Wagen oder bei 10 Arbeitsstunden in einem Tage 240 Wagen mit 1680 Tonnen Nutzlast den ganzen Berghang hinauf und ebensoviel hinab befördert werden können. Die Geschwindigkeit der Maschinen lässt sich jedoch noch um den 4. Theil der jetzigen ohne Schwierigkeit erhöhen. Nach den vorliegenden Angaben war während der 3 Jahre 1867 bis 70 im Betriebe der geneigten Ebene keinerlei Unfall eingetreten.

Die Gesammt-Baukosten der ganzen Bahn belaufen sich auf etwa 300000 Mk. per Kilom., und mit Einschluss der Verzinsung während der Bauzeit auf 400000 Mk. per Kilom., die Betriebskosten betrugen 35,46% der Roh-Einnahmen, die Rein-Einnahmen entsprechen, unter Anrechnung des niedrigen Curses der einheimischen Werthzeichen, einer Verzinsung des Capitals von 4,86% im Jahre.

Es konnte nachgewiesen werden, dass dieses günstige Betriebsergebniss nicht zu erreichen gewesen wäre, wenn die Bahn als Locomotivbahn mit 25‰ Gefälle in einer künstlichen Entwickelung am Gebirgsabhange erbaut worden wäre.

Bei einer grösseren Fahrzeit für die aufsteigenden Züge wäre eine um 36 Kilom. längere und sehr viel theurere Bahn herzustellen gewesen.

Die Bahn ist von Brunless als Oberingenieur, von D. M. Fox als ausführendem Ingenieur erbaut worden.

Literatur-Nachweis.

Engineering 1870, 11. März, p. 156, Originalmittheilung von Fox.
Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1870, pag. 785—87; Uebersetzung des Vorigen.

§. 10. Die Seilbahn von Handyside.

Dieses System beruht auf einer eigenthümlichen Combination von beweglichem und festem Motor. Zur Fortschaffung des Zuges dient eine Adhäsions-Locomotive, welche aber nicht fest mit demselben verbunden ist. Es ist vielmehr ein längeres Seil eingeschaltet, welches auf eine Trommel an der Locomotive gewunden werden kann. Die Drehung der Trommel wird durch Dampfkraft bewirkt. Die Art des Betriebes ist dabei folgende:

Es fährt zunächst die Locomotive allein bergauf, indem sie das am unten stehenbleibenden Zuge befestigte Seil von der Trommel abwickelt. Ist so die ganze vorhandene Seillänge abgewickelt, so wird die Locomotive oben in irgend einer Weise, durch Klemmvorrichtungen an den Schienen oder Schwellen u. dergl. befestigt, und es wird nun das Seil auf die Trommel aufgewunden und damit der Zug in die Höhe gezogen. Ist der Zug auch oben angelangt, so wird er durch Bremsen oder unter die Räder gelegte Keile festgestellt, und der ganze Vorgang wiederholt sich von Neuem. So kann man beliebige Bahnlängen mit einem verhältnissmässig kurzen Seilstücke befahren.

Literatur-Nachweis.

Handyside's Locomotive für starke Steigungen. Organ für Eisenbahnw. 1876, p. 70. Engineering 1875 vom 3. Septbr.

Fliegner, A., Die Bergbahn-Systeme vom Standpunkte der theoretischen Maschinenlehre, (§ 15 Seilbahn von Handyside, p. 108—113).

V. Capitel.

T e r t i ä r b a h n e n.

Bearbeitet von

Edmund Heusinger von Waldegg,

Oberingenieur in Hannover.

(Hierzu Tafel LXXVI bis LXXXI.)

Zu den Tertiärbahnen rechnen wir alle diejenigen Bahnen für untergeordnete Transporte aber noch auf starren, zwei- oder einschienigen Gleisen, namentlich Förderbahnen auf geneigten oder ansteigenden Strecken mittelst Seil- und Kettenbetrieb, die einschienigen Bahnen im Strassenniveau nach System Larmanjat und Wiesenburg, die einschienigen schwebenden Bahnen nach System Fell, Le Roy Stone und Castel, die zweischienige, schwebende Bahn nach System Lo Presti, die Bahnen mit hölzernen Schienen (Langschwellensystem), die fliegenden Bahnen für landwirthschaftliche Zwecke und in den Torfmooren.

A. Förderbahnen auf geneigten oder ansteigenden Strecken mittelst Seil- und Kettenbetrieb.

§ 1. Förderbahnen mit Seilbetrieb werden in sehr verschiedener Weise und meist für vorübergehende Zwecke auf geneigten Strecken sowohl für Berg- als Thaltransporte geeignet angelegt. Ein interessantes Beispiel der Art ist die maschinelle Förderung aus dem Voreinschnitte des Žižkaberg-Tunnels bei Prag. (Siehe Taf. LXXVI).

Beim Bau der Turnau-Kraluper Eisenbahn, in der Richtung nach Prag, musste ein tiefer Einschnitt vor dem Žižka-Tunnel gemacht werden. Dieser Einschnitt war 398^{m},0 lang und die Erdbewegung wurde auf 118,000 Cubikm. Inhalt berechnet. Durch den Tunnel durften diese Massen nicht geführt werden, und es blieb keine andere Wahl, als dieselben senkrecht zur Bahnrichtung auf die Plateauhöhe des Žižkaberges zu schaffen. Dieses Plateau befindet sich in einer Höhe von 34^{m},1 über der Sohle des Voreinschnittes. Man hatte zu diesem Zwecke eine doppelgleisige Seilbahn angelegt. Dieselbe war ca. 150^{m} lang (Fig. 8 im Grundriss) und bekam eine durchschnittliche Steigung von 22,2%. Die Maximalsteigung betrug 34,4%. Die Betriebsmaschine (Fig. 1), wurde oben angebracht, und zwar bestand der Motor aus einer

ausrangirten Locomotive, welche man zu diesem Zwecke angekauft hatte. Diese Disposition wurde der Sicherheit wegen getroffen, indem beim Reissen des Förderseils sonst die Maschinerie, falls sie unten angebracht worden wäre, eher zerstört werden konnte.

Um das Förderquantum zu bewältigen, mussten mit jeder Tour 4 beladene Wagen mit etwa $1^m,5$ Geschwindigkeit zu Berg geschafft werden. Das Gewicht des beladenen Wagens betrug durchschnittlich 2750 Kilogr., also dasjenige des Zuges 11 Tonnen. Wenn man das Seilgewicht und die Steigung mit in Rechnung zieht und das Gewicht des herabgehenden leeren Zuges nicht berücksichtigt, so berechnet sich die nöthige Betriebskraft auf 87 Pferdekräfte.

Diese Kraft hatte man durch die alte Locomotive erreicht, welche als eine stabile Dampfmaschine mit Räderübersetzung verwendet wurde, so dass die Seilkörbe eine Umfangsgeschwindigkeit von $1^m,5$ bis $2^m,2$ erlangten.

Der Oberbau der Förderrampe wurde aus neuen Schienen der definitiven Bahn sorgfältig und mit dichter Schwellenlage hergestellt. Die Gleise waren $1^m,896$ von Mitte zu Mitte entfernt. Die Spurweite betrug $0^m,71$. Die Anschlussgleise hatten Radien von $7^m,586$ Radius und wurden aus leichten Grubenschienen hergestellt.

Die Förderseile hatten 33^{mm} Durchmesser und waren aus starken Drähten geflochten. Zur Vermehrung der Dauerhaftigkeit wurden sie mit dicker Wagenschmiere geschmiert. Die Žižka-Seiltrommel (Fig. 2, 3, 8 u. 9) hatte $2^m,37$ Durchmesser.

Die Kippwagen und die Seilkuppelungen sind aus den Fig. 4 u. 6 genügend zu ersehen.

Zur Führung des Seiles dienten die Seilrollen und zwei Seilräder. Die Seilrollen wurden in der Mitte der Gleise in Entfernungen von $6^m,32$ angebracht, so dass der Pfeil etwa $^1/_{70}$ der freien Spannweite betrug.

Die eichenen Rollen (Fig. 5) hatten $0^m,158$ Durchmesser in der Mitte und $0^m,211$ an den Enden. Zur Verhinderung des Ausspringens wurden an beiden Seiten Blechscheiben von 316^{mm} Durchm. genagelt. Diese Rollen wurden mit eisernen Spillen versehen, welche sich in hölzernen durch zwei Bretter gebildeten Lagern drehten.

Zur besseren Führung waren in der Nähe der Trommeln Seilscheiben angebracht (Fig. 7 u. 8), deren höchster Punkt noch nicht bis zu der Achsenhöhe gereicht hatte und welche mit starken Spillen versehen waren.

Die Signalisirung wurde mittelst eines Telegraphen bewerkstelligt.

Die Wagen wurden in langen Zügen im Einschnitte beladen und successive auf einem Reservegleise aufgestellt. Von diesem Gleise wurden abwechselnd zu dem rechten oder zu dem linken Gleise der schiefen Ebene (je nachdem der Bergtransport mit dem Thaltransporte wechselte) immer vier beladene Wagen verschoben und die entsprechend vom Berge herabgelangten vier leeren Wagen auf das dafür bestimmte, besondere Reservegleis und wieder successive von diesem aus zum Beladen in den Voreinschnitt hineingeschafft. (Vergl. Fig. 6 und 8). Täglich wurden 100 Züge à 4 Wagen befördert. Die Zu- und Abfahrt der Wagen nach und von der schiefen Ebene geschah oben und unten mittelst Pferden, und es war für die oberen Pferde ein eigener Futterstall erbaut. Die Construction der Förderwagen ist aus Fig. 10 u. 11 zu ersehen.

Zum Anhängen und Aushängen und zum Zuschieben der Wagen wurden sowohl oben als unten je 4 Arbeiter verwendet, und der ganze Transport wurde durch einen besonderen Aufseher überwacht.

Die Arbeit wurde per Wagen accordirt. Ende Mai 1871 wurden die ersten Probefahrten angestellt, und mit Ende des Jahres 1871 war die Hauptarbeit vollendet.

Doch wurde die Anlage den ganzen Winter durch im Betrieb gelassen und ein Theil des Tunnelmaterials auf den Žižka-Berg gebracht.

Ein Zug hatte, inclusive Pausen, 6 Minuten Zeit gebraucht, den Tag zu 10 Arbeitsstunden gerechnet. Pro Tag wurden 100 Züge also 1000 Tonnen Bruttogewicht befördert —, was einer gewachsenen Cubatur von 400 Cubikm. entspricht.

Die Betriebskosten gestalteten sich folgendermaassen:

Herstellungskosten, mit Abzug des Erlöses beim Verkaufe der Maschine, jedoch ohne Schienen, Schwellen und Befestigungsmittel . . . . ca.	Mark 44,340
Der Betrieb der schiefen Ebene incl. Rangiren, Brennmaterial und Demontirung, jedoch ohne den Transport im Einschnitt und auf dem Plateau	„ 30,720
Im Ganzen	Mark 75,060

Gefördert wurden 76,486 Cubikm. oder 168965 Tonnen, so dass die Einheitskosten sich folgendermaassen stellten:

pro Cubikmeter 98 Pfennige
„ Tonne . 44,4 „ [1].

§ 2. Thonförderung auf schiefer Ebene mittelst Kette ohne Ende auf der Ziegelei der Gebrüder Ramdohr in Aschersleben. — Die nachstehend beschriebene Vorrichtung erfordert bei mässigen Anlagekosten eine geringe Betriebskraft und wenige Reparaturen und erscheint überall mit Nutzen anwendbar, wo es sich darum handelt, aus einer Tiefe von 6 bis 20 Meter bei entsprechender Förderlänge Thon, Kohlen, Torf etc. zu fördern, oder auch halb oder ganz fertige Fabrikate aller Art auf grössere Entfernungen horizontal, aufsteigend oder im Gefälle zu bewegen.

Die gesammte Fördereinrichtung besteht aus nachfolgenden Theilen: 1) der zweigleisigen Förderbahn; 2) der endlosen Kette, welche sich in der Mitte der beiden Gleise auf Leitrollen bewegt; 3) diesen Leitrollen selbst; 4) aus je einer Kettenscheibe an stehender Welle an den Endpunkten der Bahn; 5) dem Angriffe der Betriebskraft an einer der stehenden Wellen und 6) den Förderwagen.

Zur Förderbahn sind zwei parallele Gleise aus sogenannten Grubenschienen verwendet. Die Schienen bestehen aus Bessemerstahl, haben das in Fig. 5, Taf. LXXVII in natürlicher Grösse gezeichnete Profil, wiegen pro laufd. Met. 4,5 Kilogr. und haben per 50 Kilogr. 10,80 Mk. gekostet.

Für die Gleise wurde eine Spurweite von 536mm gewählt — also etwas mehr als es bei kleineren Grubenbahnen Regel ist; man hielt es jedoch mit Rücksicht auf den hohen Bau der Förderwagen für geboten, von der üblichen schmalen Grubenspur abzugehen. Die Entfernung von Gleismitte zu Gleismitte beträgt 1,050 Met.

Bei der Bahn ist dreierlei Gefälle vorhanden; bei dem unteren Drittel in der Thongrube beträgt dasselbe 1 : 5,5, bei dem mittleren Theile 1 : 7,3 und bei dem oberen 1 : 10.

Es ist ganz gleichgültig, in welchem Gefälle die Bahn angelegt ist; sie kann ebensowohl horizontal sein.

Sonst bietet die Bahn nichts Abweichendes von anderen derartigen Bahnen;

---

[1] Vergl. die Mittheilung von Franz Ržiha in Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architecten-Vereins 1874.

bemerkenswerth sind nur die Endpunkte der Gleise. An ihrem tiefsten Punkte enden sie bei mindestens 2 Met. Entfernung vor der Kettenscheibe horizontal, um die Geschwindigkeit des ablaufenden Wagens beim Verlassen der Kette auf das erforderliche Minimum zu bringen. Am oberen Ende der Förderbahn und zwar genau an demjenigen Punkte, wo die Kette so hoch liegt, dass sie aus der hinteren Gabel des Wagens sich auslöst, erhält das Gleis auf 1 bis 2 Met. Länge ein Gefälle von 20 bis 25^{mm}, um den Wagen zu selbstständiger Vorwärtsbewegung zu veranlassen.

Es ist sehr leicht, die Kettenförderung durch eine oder mehrere Curven zu führen. Die Gleise werden in gewöhnlicher Weise gelegt (nicht mit Ueberhöhung der äusseren Schiene), und die Führung der Kette erfolgt durch sogenannte Wendedocken (Fig. 3 und 4, Taf. LXXVII), d. h. durch stehende, um Zapfen drehbare, innerhalb ganz einfacher Holzgerüste aufgestellte Wellen oder Walzen, welche unten einen bedeutend grösseren Durchmesser haben, als in der Mitte und oben, damit die Kette beim Vorbeigehen behindert ist, die Erde zu berühren, und vielmehr gezwungen wird, sich in einer bestimmten Höhe über den Schienen zu halten. Die Kette versetzt bei ihrem Vorbeigang an den Docken diese in Drehung und zeigt das Bestreben, sich bis zu derjenigen Stelle zu erheben, wo der cylindrische Theil der Docken beginnt.

Sobald der Wagen aus dem gradlinigen Gleise in die Curve übergeht, liegt die Kette in seiner Mitte, also auch mitten über dem Gleise, und da die Kette niemals straff angespannt ist, so genügt selbst das Gewicht des leeren Wagens, um sie ohne Weiteres auch in der Curve über der Mitte des Gleises zu halten, also sie selbst durch die Curve zu führen.

Die Kette bewegt sich zwischen den Gleisen auf Leitrollen, welche aus Hartguss hergestellt sind und die in Fig. 6 gegebene Form haben. An beiden Enden der Förderbahn wird die Kette durch besondere Leitrollen (Fig. 7) so hoch gehoben, dass ihr Abstand von der Schienenoberkante ca. 250^{mm} mehr beträgt als die gesammte Höhe des Förderwagens incl. Gabel. In gleicher Höhe mit der Oberkante dieser Leitrollen und 1,5 bis 4 Met. von diesen entfernt, befindet sich an jedem Ende der Bahn eine horizontale, an einer stehenden Welle befindliche Kettenscheibe, um welche sich die Kette herumlegt, indem sie die halbe Peripherie derselben umspannt.

Die Kette ist eine aus bestem Material und in bester Ausführung hergestellte sogen. »englische Kette« mit Gliedern aus 10^{mm} starkem Rundeisen. Zum bequemen und guten Betriebe gehört es, dass die Kette durchaus nicht straff angespannt, sondern vielmehr bis zu einer gewissen Grenze schlaff und nachgiebig sei; sie legt sich dann leicht über eine beliebige Anzahl von Wagen gleichzeitig hinweg. Eine gewisse Grenze ergiebt sich hier bald von selbst, und in den ersten Wochen kommt es allerdings vor, dass die Kettenglieder sich so strecken, dass von Zeit zu Zeit ein kurzes Stück der Kette herausgenommen werden muss. Dies ist in der kurzen Zeit von wenigen Minuten ohne Schmiedearbeit auszuführen, wenn man von vornherein die Vorsicht gebraucht, in die neue Kette, in Entfernung von etwa $0^{m},5$, Nothgelenke einzuschalten, welche durch jeden Arbeiter herausgenommen und wieder eingelegt werden können. Diese Noth- oder Hülfsglieder sind für den Zweck der Kettenförderung besonders zu empfehlen, weil sie billig, haltbar und so bequem in der Anwendung sind, dass man jede Kette, in der ein Glied gesprengt ist, in kürzester Zeit wieder herstellen kann. Diese Nothglieder, welche fabrikmässig aus Schmiedeeisen hergestellt werden, sind in Fig. 8 in halber Naturgrösse zu einer 10^{mm} starken Kette gezeichnet. Jedes Nothgelenk besteht aus zwei einander durchaus gleichen Theilen, die also beliebig verwechselt werden können. Die Verwendung ergiebt sich von selbst

und ist nur noch zu bemerken, dass ein freiwilliges unzeitiges Wiederaufgehen des Nothgliedes durch die mit demselben verbundenen Glieder der Originalkette ganz unmöglich gemacht wird.

Die Leitrollen sind zweierlei Art; die zwischen den Schienen liegenden (Fig. 6), in der Mitte schwächer als an den Seiten, gestatten der Kette seitliche Schwenkungen, führen dieselbe aber stets wieder in die Mitte zurück. Sie sind auf einfache Weise auf Schwellen angebracht, in Entfernungen von 6 bis 10 Met. Sie verhindern freilich nicht das Aufliegen und Schleifen der Kette auf einem Theile der Schwellen; um das zu erreichen, dürften sie höchstens 2 Met. von einander entfernt sein. Das ist indess nicht nöthig, denn die Abnutzung der Schwellen durch die Reibung der Kette ist nicht erheblich, lässt sich auch durch auf die Schwellen genagelte Latten oder Brettstückchen, welche man von Zeit zu Zeit auswechselt, ganz verhüten, und die Kette selbst leidet durch die Reibung auf dem Holze weniger als letzteres. Der Hauptzweck dieser Leitrollen bleibt vielmehr hauptsächlich der, die Kette in der Mitte zwischen den Schienen zu führen.

Die in gleicher Höhe mit den Kettenscheiben angebrachten Leitrollen (Fig. 7) haben den doppelten Zweck, einmal um den Uebergang der Kette aus der Ebene der Kettenscheiben in die nach dem Gleise hin sich senkende Linie zu vermitteln (und diese Linie ist erforderlich zur Aufnahme und Abgabe der Wagen), und zweitens um die Kette genau über der Mitte des Gleises an denjenigen Stellen zu halten, wo sie sich in die Führungsgabeln der Wagen einlegen oder aus denselben herausheben soll. Und aus diesem letzteren Grunde sind diese Leitrollen, von denen überhaupt nur 4 Stück (zu jeder Kettenscheibe 2) erforderlich sind, in ihrer Mitte der Form der Kette entsprechend ausgedreht.

Die Kettenscheiben (Fig. 9 und 10), an beiden Enden der Bahn aufgestellt, sind horizontale Scheiben von einem Durchmesser gleich der Entfernung von Mitte zu Mitte der Gleise, mit glatter Peripherie und Spurkranz nach unten. In der Peripherie sind in Entfernungen von ca. 150^{mm} quadratische Löcher eingegossen, welche zur Befestigung von Mitnehmern dienen, deren Form aus der Zeichnung ersichtlich ist. Ohne diese Mitnehmer würde eine Bewegung der Kette bei Antrieb der Kettenscheibe nicht erfolgen; ausserdem bewirken die Mitnehmer eine Schonung der Kette bei der Bewegung um die Scheibe dadurch, dass wenn sie nahe genug an einander stehen und hoch genug sind, die Kette sich polygonal um die Scheibe legt.

Die Höhe der Scheiben über dem Fussboden soll etwa 2 Met. betragen, damit die Arbeiter bequem unter derselben hindurch gehen können, um den anzuhängenden oder abzuhängenden Wagen zu erreichen, ohne von der sich bewegenden Kette erfasst zu werden.

Die stehende Welle der Kettenscheibe läuft unten in einem stählernen Spurzapfen, welcher nach beiden Seiten hin conisch abgedreht und lose in die entsprechende Ausbohrung der Welle gesteckt ist, um leicht ausgewechselt werden zu können. Das obere Ende der Welle läuft in einer gewöhnlichen Pfanne, unter welcher ein auf der Welle sitzender Stellring verhütet, dass aus irgend einem Grunde die Welle aus der Spur sich heben könnte.

Der Antrieb erfolgt an der Welle derjenigen Kettenscheibe, nach welcher hin die Beförderung der beladenen Wagen erfolgt, und es dürfte sich hier, wie für alle ähnlichen Kraftübertragungen empfehlen, den Angriff an das untere Ende der Welle zu verlegen. Bei der Anlage in Wansleben war dies wegen örtlicher Verhältnisse nicht möglich; es ist deshalb oberhalb der Kettenscheibe ein grosses conisches Rad

auf die stehende Welle gesteckt, welches durch ein conisches Getriebe angetrieben wird, auf dessen Welle Riemenbetrieb von der Haupttransmission einwirkt. Zur Ausserdienststellung der Kettenförderung sind auf der Antriebswelle zwei Riemenscheiben (Fest- und Losscheibe) vorhanden.

Zur Aufstellung der Kettenscheibe in der Thongrube und Anbringung der betreffenden Kettenleitrollen dient ein angemessen construirtes Holzgerüst, welches auf einem leichten Mauerstein-Fundamente steht.

Die Betriebskraft wirkt, wie bereits bemerkt, an der Welle der oberen Kettenscheibe. Die Grösse derselben ist natürlich durchaus abhängig von der Länge, resp. Schwere der Kette, dem grösseren oder geringeren Ansteigen der Förderbahn und der Grösse der bewegten Last. Das Etablissement in Wansleben fördert im Durchschnitt während einer täglichen Arbeitszeit von 12 Stunden ca. 1500 bis 2000 Cent. Thon auf 80 bis 90 Met. Länge und etwa 12 Met. Ansteigen. Nach der Schätzung des ausführenden Maschinenfabrikanten consumirt die Kettenförderung hierbei höchstens eine Pferdestärke. Thatsache ist, dass die Betriebsmaschine es nicht zu fühlen scheint, ob die Förderung arbeitet oder nicht. — In der Regel befinden sich höchstens zwei beladene und zwei leere Förderwagen gleichzeitig unter der Kette. Die Bewegung der ganzen Vorrichtung gefällt durch die sichere Ruhe und Solidität, mit welcher sie sich präsentirt.

Die Riemen und Räderübertragung ist darauf berechnet, dass die Kette, also auch die Wagen mit der Geschwindigkeit von 50 Met. pro Minute (0,833 Met. per Sec.) sich bewegen, im vorliegenden Falle also der Wagen den vorgeschriebenen Weg in einer Min. und 36 Sec. zurücklegt. Bei dieser Geschwindigkeit, die in der Praxis sich als eine sehr zweckmässige herausgestellt hat, ohne Nachtheil aber auf 1 Met. per Sec. gesteigert werden kann, erfolgt das Ein- und Auslegen der Kette an den Gabeln der Wagen durchaus und ohne jeglichen Stoss.

Die Förderwagen (Fig. 4 u. 11) haben seitlichen Sturz ohne jegliche Klappe, und es bewährt sich diese Construction vorzüglich, da die Entleerung eine vollständige und sehr leichte ist, und weder Scharniere noch Riegel oder sonstige bewegliche, der Abnutzung leicht unterworfene Theile vorhanden sind. Auch ist das lästige Verstreuen des Inhaltes während der Fahrt ganz unmöglich, während es bei Wagen mit Klappen zu leicht vorkommt, wenn letztere unvollkommen geschlossen oder die Schliessvorrichtungen abgenutzt sind. Die Construction dieser Wagen gestattet das Entleeren nach beiden Seiten; es ist also stets gleichgültig, wie der Wagen auf die Schienen geschoben wird.

Bezüglich der wesentlichen Bestandtheile des Wagens sei hier Folgendes bemerkt: Die Räder haben im Laufkranze 320^{mm} Durchmesser und 50^{mm} Breite; der Radstand (Entfernung von Mitte zu Mitte der Achsen) beträgt 550^{mm}. Die Räder sind auf den Achsen festgekeilt; letztere laufen in Pfannenlagern, welche an das hölzerne Untergestell geschraubt sind.

Das Wagengestell wird speciell bei der vorliegenden Wagenconstruction gern ganz aus Schmiedeeisen hergestellt; hier wurde trotzdem der Holzconstruction der Vorzug gegeben, weil schmiedeeiserne Gestelle an und für sich theurer und, wenn erst defect, schwieriger zu repariren sind. Gestelle aus eichenem Holz haben mindestens gleiche Dauer wie schmiedeeiserne. Das Gestell besteht aus zwei eichenen Langhölzern von 210^{mm} Höhe, 110^{mm} Breite und 1^{m} Länge, welche durch zwei Riegel so miteinander verbunden sind, dass die Gesammtbreite des Gestelles 330^{mm} beträgt.

Der Wagenkasten aus 5^{mm} starken Blechen, in der durch die Zeichnung dar-
ellten eigenthümlichen Gestalt angefertigt und mit entsprechenden Verstärkungen,
ıentlich an der Innenseite der freistehenden Giebel versehen, fasst bei 950^{mm} Länge
4,4 Hectoliter. Er besteht aus 5 Blechtafeln: zwei Giebeln, zwei Seitenwangen
einem Boden. Unter dem Boden sind zwei Achsen aus kräftigem Flacheisen be-
igt, die an ihren hervorstehenden Enden in runde Zapfen auslaufen, um welche
Kasten beim Entleeren sich dreht. Diese Drehzapfen sind von Mitte zu Mitte um
^{mm} von einander entfernt und liegen in entsprechend geformten, starken schmiede-
rnen Gabeln, welche letztere in geeigneter Weise mit dem Wagengestell verbun-
sind. Die Entleerung des Wagenkastens geschieht in Folge der günstigen Lage
Schwerpunktes zum Drehpunkte sehr leicht durch einfaches Umlegen des Kastens
ı der einen oder anderen Seite, wobei die nach unten gekehrte Seitenwand einen
;ungswinkel von etwa 50° annimmt und deshalb den gesammten Inhalt leicht her-
allen lässt. Gegen die Verletzung der Seitenwandbleche, bei dem Auflegen der-
ɜn auf die Räder, sind sie durch starke aufgenietete Blechplatten geschützt.

In den beiden Kippwellen ruht der Kasten so sicher, dass bei horizontaler
ı und Bewegung des Wagens durch Arbeiter eine Vorrichtung zur Verhütung des
eiwilligen Umkippens des Kastens nicht erforderlich ist. Im vorliegenden Falle
le jedoch eine solche Sicherung für geboten gehalten, um auch dem unwahr-
inlichen Falle vorzubeugen, dass eine seitliche Schwenkung der Kette den Kasten
en könnte. Die Sicherung besteht aus einem zwischen den Drehpunkten liegen-
und am Untergestell befestigten quadratischen Zapfen, auf welchen ein entspre-
d geformtes Stück Flacheisen geschoben wird, das mit zwei nach unten gerich-
ı Fingern sich über die Drehzapfen (Kippwellen) des Wagens legt und somit diese
ıält.

An jedem der beiden Giebel trägt der Wagen eine Gabel, deren Form und
stigung aus den Zeichnungen ersichtlich ist. In beiden Gabeln eines jeden Wa-
legt sich die Kette mit je einem verticalen Gliede ein, aber nie gleichzeitig,
ern wegen der stark geneigten Kettenlage erst an einem und kurze Zeit danach
anderen Giebel. In umgekehrter Weise erfolgt die Auslösung des Wagens eben-
nie gleichzeitig an beiden Gabeln.

Es ist klar, dass es mit Hülfe dieser Gabeln dem Wagen absolut unmög-
ı ist, auf seinem Wege von der Kette sich loszulösen, so lange letztere nicht durch
hochliegenden Leitrollen gezwungen ist, sich aus den Gabeln zu heben, und an
enigen Stellen, wo dieser Fall eintritt, erreicht der Wagen entweder horizontales
ler Grube), oder schwach geneigtes Terrain (auf dem Walzwerkboden) und kommt
diese Weise alsbald zur Ruhe.

Die Kettenförderung gewährt anderen Einrichtungen gegenüber die Vortheile:

1) dass die Kette in ununterbrochenem Kreislauf sich befindet, also während der ganzen Arbeitszeit niemals eine Umsteuerung derselben erforderlich ist, wodurch natürlich an Zeit und Arbeitslohn gespart wird;
2) dass sie die grösste Sicherheit gegen Unfälle gewährt, die anderweitig durch Seilbrüche u. dgl. leicht und oft sich ereignen;
3) dass bei ihr am meisten Handarbeit erspart wird;
4) dass durch das selbstthätige Erfassen und Abgeben, sowie durch das absolut sichere Festhalten der Wagen ein möglichst ungestörter sicherer Betrieb erzielt wird; und

5. dass sie die grösste Dehnbarkeit in der Leistungsfähigkeit gewährt, da bei genügender Betriebskraft und angemessener Förderlänge es ganz gleichgültig ist, ob acht oder sechs oder nur ein Wagen von der Kette gezogen werden. Ebenso ist es gleichgültig, in welchen Zwischenräumen die Wagen der Kette übergeben werden.[2]

B. Einschienige Bahnen im Strassenniveau.

§ 3. Das System Larmanjat. — Der Ingenieur Larmanjat construirte eine Strassenlocomotive von drei Pferdestärken, welche mit einer Geschwindigkeit von 1–1 $^1/_2$ Meile in der Stunde auf guten Strassen verkehren kann. Dabei überwand sie Steigungen von 62 ‰ und Curven von 5 Met. Radius.

Durch die Fahrt, welche der genannte Ingenieur im Jahre 1867 auf den Pariser macadamisirten Strassen unternahm und welche er auch auf weniger gute Strassen auszudehnen strebte, kam er zu der Ueberzeugung, dass die Lenkung der Maschine, welche zwei Laufräder und ein Leitrad besass, wobei die Führung das vordere Leitrad bewerkstelligte, durch die Unebenheiten der Schotterstrassen sehr erschwert werde. Abgesehen von den grossen Bewegungswiderständen auf den Strassen für die Wagen, mussten die Schwankungen auf dem stark gewölbten Profile der Pariser Strassen, besonders wenn Nässe, Schnee und Glatteis eintrat, sehr gefährlich für den Betrieb werden.

Dies war es, was die Veranlassung zur Bettung einer Leitschiene in dem Strassenkörper gab.

Um die Mission dieser Schiene zu verstehen, muss bemerkt werden, dass das vordere und zwar nur das vordere von den drei Rädern der Maschine, das sogenannte Leitrad auf der Schiene, die zwei anderen Räder, die Treibräder, aber auf der Strasse selbst laufen, und ferner, dass die Waggons vier Räder besitzen, zwei in der Längsachse, welche auf der Schiene, und zwei in der Querachse, welche auf der Strasse ruhen. Durch diese Vorrichtung dient die Schiene der Locomotive als Leit- und den Waggons als Tragschiene.

Dadurch, dass die Treibräder der Maschine auf der Strasse laufen, wird die Adhäsion und dadurch die Zugkraft vermehrt, ohne dass das Gewicht der Maschine vergrössert zu werden braucht.

Während die Adhäsion zwischen Treibrad und Schiene $^1/_{10}$ in der Belastung beträgt, ist durch die angestellten Versuche constatirt, dass diese zwischen Rad und Strasse auf $^1/_3$ steigt.

Es resultirt nun aus dem Umstande, dass das Leitrad auf der Schiene und die Treibräder auf der Strasse laufen, der wichtige Vortheil, dass bei gleichem Gewichte der Maschine eine grössere Zugkraft erzielt werden kann, als unter anderen Umständen möglich wäre.

Was aber bei der Locomotive nützlich, nämlich eine Vermehrung der Adhäsion durch eine Vergrösserung der Reibung, wäre bei den Waggons schädlich, weil dadurch eine grössere Zugkraft erfordert würde.

Um diese auf ein Minimum zu reduciren, versuchte Ingenieur Larmanjat, das Hauptgewicht der Waggons auf die zwei in der Längsachse derselben befindlichen

[2] Vergl. Dingler's polyt. Journal 215. Bd. 5. Heft, p. 409.

Räder, d. h. auf die Schiene selbst zu übertragen, während die zwei seitlich auf der Strasse laufenden Räder nur zur Erhaltung des Gleichgewichtes dienen. Wie richtig diese Idee und wie leicht durchführbar dieselbe ist, beweist der Umstand, dass die Reibung der Strassenfuhrwerke im Allgemeinen $^1/_{25}$, die Reibung der Eisenbahnwaggons im Allgemeinen $^1/_{280}$, die Reibung des Larmanjat'schen Wagens auf der Schiene und Strasse $^1/_{230}$ der Bruttobelastung ausmacht. Wir sehen daher bei dem Larmanjat'schen System die Adhäsion zwischen den Maschinenrädern und der Trace im günstigen Sinne verdreifacht, die Adhäsion zwischen den Waggonrädern und der Trace ebenfalls im günstigen Sinne auf $^1/_{10}$ reducirt.

Das System Larmanjat ist zuerst Anfangs 1869 auf einer im Elsass ausgeführten Probebahn zur Anwendung gekommen; diese Bahn verbindet die beiden Ortschaften Rainey (Station der Mülhauser Bahn) und Montfermeil und hat eine Länge von ca. 5 Kilom. Bei diesem System ist eine einzige Schiene in dem Strassenkörper auf kurzen Querschwellen gebettet, welche der Locomotive als Leit- und dem Wagen als Tragschiene dient; zu dem Ende sind die Leiträder der Locomotive am vorderen und hinteren Ende in der Längenachse und ebenso die Tragräder am Wagen angebracht, während die beiden Treibräder der Locomotive und die Stützräder vom Wagen auf der gewöhnlichen Strasse laufen. Hierdurch soll, wie erwähnt, die Adhäsion der Treibräder und mithin auch die Zugkraft der Maschine vermehrt werden; bei den Wagen aber, wo eine Vermehrung der Adhäsion schädlich wäre, hat Larmanjat das ganze Gewicht des Wagens durch die zwei in der Längenachse befindlichen Räder auf die Schiene übertragen, während die zwei seitlichen, auf der Strasse laufenden Räder nur zur Erhaltung des Gleichgewichtes dienen. Die Federn von letzteren Rädern sind ausserordentlich biegsam, um die Einflüsse von etwaigen Unebenheiten auf der Fahrbahn soviel als möglich zu verringern.

Die Locomotive ist eine Tendermaschine, welche im dienstfähigen Zustande 86 Centn. wiegt; die Fig. 1 auf Taf. LXXIX zeigt eine Seitenansicht, Fig. 2 zur Hälfte Querschnitt durch die Feuerbüchse, zur Hälfte hintere Ansicht. Die beiden Leiträder, vorn und hinten, sind mit doppelten Spurkränzen versehen, und das vordere ist in einem drehbaren Gestell angebracht, welches von einem, vor der Rauchkammer sitzenden Manne mittelst Getriebe eingestellt werden kann, um das Einfahren in Curven zu erleichtern. Die beiden auf der Strasse laufenden Treibräder, welche eine vor dem Feuerkasten liegende gemeinschaftliche Achse haben, besitzen einen Durchmesser von $1^m,10$ und eine Laufläche von 140^{mm}.

Der Kessel ist ein Röhrenkessel und trägt über sich einen kleineren, mittelst Stutzen verbundenen Cylinder, welcher als Dampfraum dient. Die Feuerkastendecke sowohl, als auch die Röhren können selbst bei der grössten vorkommenden Steigung nicht vom Wasser bloss gelegt werden, und beträgt die gesammte Heizfläche 9 □Met. Der Kessel ist auf einen Arbeitsdruck von 9 Atmosphären geprüft, und geschieht dessen Speisung durch Giffard'sche Apparate.

Die zwei Cylinder sind innenliegend, und beträgt deren Kolbendurchmesser wie Hub 140^{mm}. Die Uebertragung der Bewegung geschieht auf eine gemeinschaftliche Kurbelachse, auf welcher beiderseits Getriebe festgekeilt sind, die mit einer Uebersetzung von 1 : 6 in Zahnräder, welche auf die Treibradachse gekeilt sind, greifen und so die letzteren in Bewegung setzen.

Die Waggons haben, wie erwähnt und aus den Zeichnungen (Fig. 3—5 auf Taf. LXXIX) hervorgeht, in der Längenachse des Kastens zwei Tragräder mit doppeltem Spurkranze und einem Durchmesser von 920^{mm}, die Räder laufen in dreh-

baren Gestellen, und ruht der Kasten mittelst 4 Blattfedern auf denselben. In der Mitte des Waggons befindet sich die Querachse, auf welche die in der Spurweite der Treibräder laufenden Gleichgewichtsräder von 700mm Durchmesser aufgekeilt sind. Diese Räder hängen mit ihren Lagern in Federn, deren Widerstandsfähigkeit zu denen der Tragfedern wie 1 : 50 ist. Ein Personenwagen wiegt 30 bis 40 Centr. und nimmt 16 Reisende auf, deren Sitze nach der Längenachse (Rücken gegen Rücken) gestellt sind.

Die auf der Bahn von Raincy nach Montfermeil verwendete breitbasige Schiene steht 1m,25 von dem Graben ab, hat ein Gewicht von ca. 13 Kilogr. pro Met. und ist mittelst Hakennägel auf Querschwellen von 1—1½ Met. Länge, 160mm Breite und 70mm Dicke, welche in Entfernungen von 1 Met. von einander liegen, befestigt. Das Profil dieser Bahn ist aus Fig. 6 und 7 auf Taf. LXXIX ersichtlich. Um die Fahrbetriebsmittel von den Erschütterungen auf der unebenen Strasse weniger leiden zu lassen, wurde auch auf eine Länge von 200 Met. eine Holzbahn gelegt, welche auf den die Schienen tragenden Querschwellen wie Langschwellen befestigt und mit Kies verfüllt eine gleichmässige ebene Fläche für die Seitenräder bildet (Figur 8 auf Taf. LXXIX). Die Spurweite der Langschwellen ist 1m,30, und steht die Schiene nur 20mm über das Niveau der Strasse heraus.

Die grösste Steigung, welche in der Trace vorkommt, ist 1 : 13, und der Radius der kleinsten Curve 5m,90. Es ist dieses die geschlossene Curve in der Station Raincy, in welche der Zug einfährt, um die für das Umdrehen der Locomotive und der Waggons sonst nöthige Drehscheibe zu ersparen, während in der anderen Endstation ein kleines Gebäude mit Drehscheibe diesen Zweck erfüllt. Ungefähr in der Mitte der ganzen Strecke befindet sich die Wasserstation. Die Weichen bestehen aus einer 1 Met. langen Schiene, welche, um einen Reibnagel drehbar, sich in die gewünschte Stellung bringen lässt.

Die Kosten der Herstellung einer Strassenbahn nach dem System Larmanjat betragen in Frankreich per Kilom. Bahn

auf gewöhnlicher Strasse ca. 10,000 Frcs.,
eine Locomotive kostet . - 20,000 -
ein Personenwagen kostet - 3,500 -

Nach den auf der Versuchsstrecke durchgeführten Proben können die beschriebenen Locomotiven, ihr Eigengewicht mitgerechnet, auf der horizontalen Strecke bei einer Geschwindigkeit von 15 Kilom. (ca. 2 Meilen) 300 Centn. befördern, während dieselben bei einer Steigung von 1 : 13 bei 6,6 Kilom. (0,9 Meilen) 206 Centn. Totalgewicht ziehen.

Die Herren F. C. Glaser und J. Morandière sprechen sich über dieses System folgendermaassen aus:[3]

Der erste Eindruck dieses Systemes ist ein allerdings verführerischer; geht man der Sache aber auf den Grund, so wird man finden, dass die Herstellung der Larmanjat'schen Bahn ebenso theuer, wie eine gleich lange gewöhnliche Bahn mit enger Spur kommt, wodurch jener der anscheinende Hauptvorzug, die Billigkeit, ganz und gar abgeht.

Vertheilt man die auf einer Schiene ruhende Last auf zwei Schienen, so wird man finden, dass jede der beiden um fast die Hälfte leichter sein kann. Ausserdem ist der Cubikgehalt des für die Larmanjat'sche Bahn erforderlichen Holzes mehr als genügend für eine

[3] Organ für die Fortschr. des Eisenbahnwesens 1870, p. 93.

gewöhnliche Bahn mit schmaler Spur. Ebenso liegt es auf der Hand, dass das Verhältniss des Verbrauchs an Bettungsmaterial gleich bedeutend für das gemischte System von Larmanjat, wie bei dem gewöhnlichen System ist.

Nehmen wir z. B. eine mit 1^m Spurweite angelegte Bahn auf eine Länge von 20 Kilom. an, so wird dieselbe eine Gesammtausgabe von 269000 Frcs. (215200 Mk.) erfordern; Larmanjat giebt nun die Kosten für seine Bahn auf dieselbe Länge zu 270000 Frcs. (216000 Mk.) an; eine wesentliche Differenz ist daher nicht vorhanden.

Im Betriebe stellen sich aber die Unterhaltungskosten von einer nach dem gemischten System hergestellten Bahn höher, als die von einer gewöhnlichen Bahn mit zwei Schienenreihen.

Wir glauben hieraus schliessen zu können, dass die mit zwei Schienenreihen versehene Bahn nicht allein ökonomischer in der Anlage, sondern auch in der Unterhaltung ist.

In der That die Larmanjat'sche Bahn von Raincy nach Montfermeil ist schon längst wieder beseitigt, und andere Projecte nach diesem System sind in Frankreich nicht zur Ausführung gekommen. Dagegen kam das Larmanjat'sche System in Portugal, auf der Linie von Lissabon nach Torres-Vedras, zur Anwendung, und es wurde die erste Station von 20 Kilom. am 6. Febr. 1870 eröffnet. Weitere Berichte über den Betrieb und den Weiterbau sind uns nicht zugegangen.

Das Larmanjat'sche System hat auch noch folgende, verwandte Constructionen hervorgerufen, die aber nirgends Eingang gefunden haben.

§ 4. System Goudal & St. Pierre. Bei diesem System ist eine der Centralschiene der Mont-Cenis-Bahn ähnliche Schiene erhöht in der Fahrstrasse angebracht und dient als Mittel zur Leitung der Fahrzeuge, sowie zur Adhäsion der Treibräder, wie bei dem Fell'schen System. Locomotive und Waggons liefen anfangs auf glatten Felgenkränzen, zuerst auf der Chaussee und alsdann auf Streifen von comprimirtem Asphalt oder Beton. Auch hat man versucht, Langschwellen von Holz unter die Räder zu legen, schliesslich ist man aber auf zwei eiserne Schienen zurückgekommen.

§ 5. System Geoffroy. — Dasselbe wurde in Frankreich im Jahre 1869 mit einer Spurweite von $1^m,50$ auf dem Banquette der Departemental-Strasse No. 4 bei Pouilly-sous-Charlieu probirt. Die Centralschiene wird nur bei Steigungen von 1 : 40 eingeschoben. Eine sehr sinnreiche Anordnung verbirgt die Schiene, und wird dieselbe beim Herannahen des Zuges automatisch gehoben.

C. Schwebende Bahnen mit ein- und zweischienigen Schmalspurgleisen.

§ 6. Fell's schmalspurige, schwebende Eisenbahn. — Für Gegenden, wo die Kosten einer gewöhnlichen schmalspurigen Eisenbahn zu den Hülfsmitteln der dünnen und zerstreuten Bevölkerung nicht im Verhältniss stehen, und wo der Verkehr nicht ausreichen würde, um die Interessen einer Anlage von 35,000 bis 40,000 Mk. pro Kilom. zu bezahlen, hat der englische Ingenieur Fell, der Erbauer der Bergbahn über den Mont-Cenis (vergl. IV. Cap, 2. Abth., § 2 p. 445), ein neues System einer schmalspurigen, schwebenden Eisenbahn construirt, welches durch die Figg. 1—7 auf Taf. LXXX erläutert wird. Dieses Eisenbahn-System kann in einer Gegend von sehr wechselndem Terrain angelegt und über Zäune, Strassen, Flüsse geführt werden, ohne Erdarbeiten, oder irgend welche Maurerarbeiten dabei zu bedürfen; das erforderliche Terrain und die Expropriation, wird auf ein Minimum beschränkt. Als pro-

visorische Communicationslinie kann sie mit der grössten Schnelligkeit erbaut und nachher wieder abgerissen und von Neuem anderswo aufgestellt werden.[4]

Das Gleis der Fell'schen Bahn besteht aus doppelten Langschwellen von Holz oder Eisen, die in Zwischenräumen von einer einfachen Reihe von Pfeilern, aus irgend einem Material unterstützt werden. Die Spurweite der Schienen, welche auf den Langschwellen liegen, beträgt 200 – 450^{mm}, und diese schmale Spur bietet ebenso viel Sicherheit, wie eine breitere, durch horizontale Leiträder, welche an Führungsschienen, die seitlich an den Langschwellen angebracht sind, laufen. Diese Leitrollen halten die Wagen im Gleichgewicht und machen es unmöglich, dass sie die Schienen verlassen. Die Tiefe oder Entfernung der Leitschienen von den Laufschienen steht im Verhältniss zu der Breite der Spur. Wenn die Spurweite 450^{mm} beträgt, so ist die Entfernung der Leitschienen von den Laufschienen 300^{mm}. Diese 450^{mm} Spur entspricht der 1^{m} Spurweite der gewöhnlichen Eisenbahn, und Wagen von derselben Breite können gleich sicher auf derselben laufen. Die Stabilität, mit welcher diese Wagen laufen, wird zum Theil dadurch erlangt, dass ein Theil des Gewichts an den Achsen aufgehängt ist, anstatt auf diesen, wie gewöhnlich, zu ruhen, wodurch der Schwerpunkt sehr tief angebracht ist.

Eine Bahn nach diesem System wurde vor ca. 8 Jahren von den Parkhouse Hematite Ore Mines nach der Station Roose der Furness Railway in Lancashire gebaut. Die Länge beträgt ungefähr eine engl. Meile (1609,5 Met.), die Spurweite 203^{mm} und die Anlagekosten (ausgenommen die Stations- und Betriebsmittel) 1000 Pfd. Sterl. (20000 Mk.). Diese Bahn erstreckt sich über eine mehr oder weniger hügelige Gegend und liegt mit Steigungen von 1 : 42 und Curven von 100,6 bis 201^{m},2 Rad. in verschiedener Höhe von 0^{m},915 bis 6^{m},10 über dem Terrain, sie wird durch eine stehende Maschine und ein endloses Drahtseil betrieben und soll 101,600,000 Kilogr. pro Jahr transportiren. Jeder Wagen trägt 1016 Kilogr. Erz. Auch einige Personenwagen mit 8 Sitzplätzen sind auf dieser schmalen Spur eingerichtet; dieselben sind in Form von Omnibus gebaut, ähnlich wie die Wagen der Festiniog-Bahn, in welchen die Passagiere mit dem Rücken gegen einander sitzen und die Sitze nur 125^{mm} über Oberkante der Schienen angebracht sind. Dieselben verkehren mit einer Geschwindigkeit von 15 bis 20 engl. Meilen pro Stunde vollkommen sicher.

An dieser Linie sind jedoch, wie einem Berichte des Engineer 1873 zu entnehmen ist, Betriebsschwierigkeiten vorgekommen, deren Ursache hauptsächlich in der sehr schmalen Spurweite von 202^{mm} lag. Fell entschloss sich daher, für weitere Ausführungen eine etwas breitere Spur zu verwenden, um so die Stabilität zu erhöhen; dabei sollte jedoch die Spurweite noch so gering sein, dass der Widerstand beim Passiren der Curven möglichst klein ausfiele.

Durch einen Ingenieur des Board of trade, welcher sich durch eine Fahrt auf der beschriebenen Fell'schen Schmalspurbahn von der zweckmässigen Einrichtung des Systems überzeugt hatte, gelang es ihm, einen Auftrag der Regierung zum Bau einer

[4] Solche, auch Pilotenbahnen genannte, Transport-Vorrichtungen hat bereits v. Gerstner vor einem halben Jahrhundert beschrieben, und sie sind namentlich im Bergbau noch heute hier und da in Anwendung. Eine sehr einfache Construction mit einer einfachen hölzernen Langschwelle (System Castel) erläutern die Figg. 18—20 auf Taf. LXXVIII. Die doppelten Ladegefässe werden gemeinschaftlich durch ein Paar hindurchtretende Achsen, in deren Mitte je ein gusseisernes Rad mit glatter Lauffläche ohne Spurkranz aufgekeilt ist, getragen, während seitliche Führungsrollen auf verticalen Zapfen die Kasten in der Richtung erhalten. Die Entleerung erfolgt durch bewegliche Klappen, am Boden der trichterförmigen Kasten.

Versuchsbahn nach diesem System, und zwar für das englische Militärlager, auf der Strecke Aldershot nach dem Signalmasthügel in South-Camp zu erhalten. Diese neue Bahn in einer Länge von 1609,3 Met. hat sich sehr gut bewährt und soll bis nach dem Basingstoke-Canal, sowie bis zu der South Western Railway fortgeführt werden.

Der Hauptverkehr der Bahn ist der Transport von Lebensmitteln, als Brod und Fleisch, von den Bäckereien und Schlächtereien bei Aldershot nach der Hauptbahn, und anderer Verbrauchsartikel von letzterer nach der Landschaft South-Camp.

Die Oberbau-Construction dieser Linie geht aus den Figg. 8—11 auf Taf. LXXX klar hervor. Von Aldershot läuft die Bahn zuerst ganz nahe dem Erdboden hin, mit scharfen Curven nach links, geht hierauf in einen Viaduct über, von $7^m,625$ Höhe in der Mitte, sowie $234^m,45$ totaler Länge. Bis hier liegt die ganze Linie in der Steigung; auf dem Viaduct beträgt dieselbe 1 : 50, doch beschreibt die Bahn hier keine Curve. Gleich hinter dem Viaduct passirt die Bahn einen kleinen Einschnitt, indem sie sich gleichzeitig wiederum nach links krümmt, worauf bald der höchste Punkt bei der Schlächterei und Bäckerei erreicht ist. Von hier aus führt sie in sanftem Gefälle, jedoch mittelst fortwährender Krümmung, nach links und rechts, nach dem Signalhügel, nachdem sie den bei letzterem vorbeiführenden Fahrweg gekreuzt hat. Dies ist bis jetzt das Ende der Bahn. Bei der Trace ist auf Terrain-Schwierigkeit sehr wenig, dagegen die meiste Rücksicht auf möglichst kurzen Anschluss der zu verbindenden Punkte genommen worden. Diese Versuchsbahn sollte eben hauptsächlich ihre Brauchbarkeit zu Kriegszwecken erweisen.

Der Bahnkörper wird durch ein fortlaufendes, zusammenhängendes Rahmenwerk von Holz gebildet, welches auf einzelnen Gerüstpfeilern von verschiedener Höhe besteht. Der Mittelpfeiler eines jeden Gerüstes wird allein in die Erde eingegraben und festgestampft, das Ganze ruht auf Querschwellen, welche ihrerseits auf dem Boden aufliegen. Die Art der Versteifung, sowie die Art der Verbindung der Hölzer untereinander mittelst Schrauben, resp. Nägel fast ganz ohne alle Zapfen, ist deutlich aus den drei Pfeileransichten von verschiedener Höhe ersichtlich. Es gewährt dieses den Vortheil, dass die Hölzer selbst fast gar keiner Bearbeitung bedürfen, das Ganze auch sehr schnell demontirt und wo anders wieder aufgeschlagen werden kann. Zuweilen nähert sich die Bahn bis auf $0^m,915$ der Erdoberfläche, bei Thalübergängen jedoch erhebt sie sich bis zu einer Höhe von $6—9^m$. Die Langschwellen, welche den eigentlichen Bahn-Oberbau darstellen, tragen zwei verticale Vignoles-Schienen auf ihrer Oberfläche und an jeder Aussenseite eine Leiste von hartem Holz, welche mit der Unterkante der Langschwellen abschneidend, an diese genagelt sind. Die Spurweite der verticalen Laufschienen beträgt 457^{mm}. Die Holzschienen sind nur Führungsschienen, an welchen horizontale Leitrollen der Wagen laufen, deshalb liegen dieselben auch tief unter der Ebene der Fahrbahn; aus gleichem Grunde, d. h. um den Schwerpunkt möglichst tiefliegend zu erhalten, hängen die Wagen an den Achsen, statt wie gewöhnlich auf ihnen zu ruhen. Die Dimensionen der Langschwellen sind sich auf der ganzen Länge der Bahn gleich, ob letztere nahe am Boden, wie in Fig. 10, oder hoch darüber, wie in Fig. 8 u. 11, hinläuft, und zwar 407^{mm} hoch und 152^{mm} dick. Die Schienen haben eine Höhe von 51^{mm}, bei einem Gewicht von 14,36 Kilogr. pro laufd. Meter.

Diese Bahn wird mit Locomotiven betrieben, welche von der Fabrik Manning, Wardle und Comp. in Leeds gebaut wurden. Dieselben haben Cylinder von 165^{mm} Durchmesser und 254^{mm} Kolbenhub, die Cylinder liegen tiefer als die Schienenebene.

jedoch wie gewöhnlich, zu beiden Seiten von der Rauchkammer, aber in einer zu der mittleren der drei Locomotivachsen geneigten Lage. Ihre Bleuelstangen fassen an den Krummzapfen der Mittelachse an, von wo, je nach vorn und hinten ein Kuppelstangen-Paar an die Kurbeln der beiden anderen Achsen angreifen. Alle sechs Räder der Maschine sind demnach Treibräder, sie liegen innerhalb des Rahmens, die Kurbeln ausserhalb desselben, ebenso die Cylinder, welche an abwärtsstrebende Lappen angeschraubt sind. Die Achsen sind von Stahl, ebenso die Radreifen, welche einen äusseren Durchmesser von 407^{mm} haben. Die Entfernung der Vorder- von der Hinterachse, also der äusserste Radstand beträgt $3^{m},253$. Sowohl die Treibräder der Maschine, als die vier Laufräder des Tenders haben keine Spurkränze, wodurch das Durchlaufen auch sehr enger Curven erleichtert wird. Zum Ersatz derselben und um das Entgleisen zu verhindern, hat sowohl die Maschine als der Tender je vier horizontal liegende Leitrollen, welche an verticalen Zapfen, unterhalb der äusseren Achsbüchsen angenietet, rotiren. Diese Leitrollen haben jedoch ziemlich viel Spielraum zwischen sich und den oben genannten hölzernen Führungsschienen; sie kommen nur beim Durchfahren der Curven zur Geltung, und dann auch nur diejenigen der Seite, welche dem Mittelpunkt näher liegen. Im ganzen Kessel ist kein Winkeleisen vorhanden, alle dem Dampfdruck ausgesetzte Blechverbindungen sind durch Umbördeln und Schweissen hergestellt. Die Feuerbüchse ist von Kupfer und giebt eine Heizfläche von 1,3 $\square^{m}$, mit 22 Stück messingenen Siederöhren von 47^{mm} äusserem Durchmesser und einer Heizfläche von 5,7 $\square^{m}$, woraus sich die totale Heizfläche von 7 $\square^{m}$ ergiebt. Die Rostfläche beträgt 30,28 $\square^{m}$. Zur Kesselspeisung dienen zwei Injecteure.

Die grösste Länge der Maschine beträgt $4^{m},628$, die grösste Breite $1^{m},55$, Maschine und Tender sind mit einer Gallerie und Geländer umgeben, welche es dem Maschinisten ermöglichen, ohne abzusteigen, jederzeit bequem zu allen Theilen gelangen zu können. Das Gewicht der Maschine mit Wasserfüllung beträgt 4450 Kilogr. Die Tenderräder haben gleichfalls einen Durchmesser von 407^{mm}, bei einem Radstand von $2^{m},491$. Alle vier Räder werden gebremst. Der Tender fasst 781,58 Liter Wasser und 420 Kilogr. Kohlen. Seine totale Länge beträgt $3^{m},406$, seine Breite $1^{m},55$, sein Gewicht mit Wasser- und Kohlenfüllung 3751 Kilogr. Die totale Länge von Maschine und Tender im gekuppelten Zustande beträgt $7^{m},727$, und das Gewicht beider zusammen von 8201 Kilogr. ist auf eine Länge von $6^{m},837$ vertheilt.

Bei einer von mehreren Ingenieuren angestellten Probefahrt wurde die engl. Meile = 1609^{m} in 5 Minuten zurückgelegt; dieselbe fand jedoch bei starkem Sturm und Regen statt und mit nur 2 Personenwagen. An einzelnen Stellen der Bahn betrug die Fahrgeschwindigkeit mindestens 40,7 Kilom. in der Stunde. Die Bewegung war stetig und sanft, ohne jedes Schlingern, in gerader Bahn bemerkte man, dass die Leitrollen ihre Schienen nie berührten. Man gewann sogar die Ueberzeugung, dass eine Fahrgeschwindigkeit von 64,4 Kilom. pro Stunde vollkommen statthaft sei. Spätere Fahrten haben die Fahrgeschwindigkeit für die verschiedenen Züge, wie folgt normirt: Personenzüge 32,2 Kilom., gemischte Züge 24,15 Kilom., Güterzüge 16,1 Kilom. pro Stunde. Die höchste, mit der beschriebenen Maschine erzielte Geschwindigkeit betrug jedoch 48,3 Kilom. pro Stunde. Hierbei war von Erschütterung des Bahnkörpers nicht mehr zu spüren, als gewöhnlich beim Befahren einer Brücke von gleichem Material.[5]

---

[5] Nach Uhland's Maschinen-Constructeur 1873, p. 128.

Für eine weitere Anwendung dieses Systemes war das Project einer schmalspurigen, schwebenden Bahn von der Stadt Lausanne nach dem Genfer See und der Schweizer Westbahn bearbeitet, auch war die Concession bei dem Canton Waadt bereits nachgesucht, die Ausführung erfolgte jedoch in anderer Weise, und zwar mittelst einer gewöhnlichen Bahn und Seilbetriebes durch einen hydraulischen Motor. Die Spurweite des Fell'schen Projectes betrug ebenfalls 457^{mm}, und war der Verkehr auf ca. 1000 Passagiere pro Tag berechnet.

Im Anfange des französisch-deutschen Krieges hatte auch ein Engländer, welcher die Einführung des Fell'schen Systems in Frankreich übernommen hatte, der französischen Regierung offerirt, eine fliegende Eisenbahn nach dem Principe des obigen Systemes zu construiren, um die französische Armee, bei ihrem Vorrücken in Deutschland, mit Munition und Provision zu versorgen. Der Verlauf dieses Krieges verhinderte jedoch die Vollendung dieses Projectes; dasselbe war nach der theilweisen Ausführung so angeordnet, dass es die grösste Leichtigkeit für den Transport des eigenen Materials bot und mit der grössten Geschwindigkeit hergestellt werden konnte.

§ 7. Le Roy-Stone's Einschienen-Bahn. — Verwandt mit dem vorstehenden System ist die Einschienen-Bahn des Generals Le Roy-Stone, welche 1876 in der Ausstellung zu Philadelphia, über einem tiefen Einschnitte, welcher die Ackerbauhalle von dem schönen Glaspavillon der Gartenausstellung trennte, erbaut war und nur eine Tragschiene hatte, indem die Wagenkästen seitlich herabhängen und durch seitliche Laufschienen mittelst Leitrollen gerade geführt werden; diese Führungsschienen sind $1^{m},380$ unter dem Niveau der Tragschiene, $1^{m},020$ von einander entfernt, angeordnet und in der aus Fig. 21—23 auf Taf. LXXVIII ersichtlichen Weise mit dem die Tragschiene unterstützenden Pfeiler verbunden. Diese Art der Herstellung des Oberbaues wurde zuerst für eine über die Strassen in New-York zu führende Eisenbahn — sogen. Elevated railroad (vergl. VIII. Capitel) — vorgeschlagen, aber statt dessen in der Greenwich street eine »erhöhte Eisenbahn« mit normaler Schienenanordnung errichtet; die Einschienenbahn wurde dann in einer Versuchsstrecke zu Phönixville in Pennsylvanien ausgeführt und nach erfolgreichem Betriebe in der Weltausstellung in einer allerdings nur 200^{m} langen Strecke vorgeführt.

Zu Gunsten dieses Systems wird angeführt, dass der Unterbau desselben ein so einfacher und billiger sei, dass er in ebenen Strecken selbst einer normalen Bahn vorzuziehen wäre; die bequeme Ueberbrückung von Wasserläufen, Einschnitten und Strassen, sowie die Vermeidung kostspieliger Grundeinlösungen werden noch als besondere Vortheile des Systems hervorgehoben. Für erhöhte Eisenbahnen ist insbesondere die Sicherheit gegen Entgleisungen wichtig, welche auch wohl in erster Linie Veranlassung zu dieser Anordnung gegeben hat. Die zum Betriebe dieser Bahn benutzte Locomotive ist in Fig. 21 und 22 dargestellt, der Querschnitt eines Wagens in Fig. 23. Die Locomotive hat ein Laufrad unter der Rauchkammer und hinter dem Feuerkasten das eine Treibrad, welches von einer rotirenden Maschine in Bewegung gesetzt wird. In den herabhängenden Seitenflügeln sind Kohlen- und Wasserraum bequem angeordnet; unterhalb derselben um verticale Achsen drehbar befinden sich die vier Führungsräder.

Die Waggons sind zweistöckig mit dem oberen Fussboden im Niveau der Tragschiene, mit dem Boden des unteren Stockwerks direct über den Führungsrollen.

Von Details ist wohl nur der Antriebsmechanismus der Locomotive bemerkenswerth, welcher unrichtiger Weise als erste Anwendung einer rotirenden Dampfmaschine

zu Eisenbahnzwecken gerühmt wird.[6] Diese Maschine ist nach dem La France-System gebaut, scheint aber vollständig mit dem bekannten Dudgeon-Motor übereinzustimmen und besteht aus zwei Zahnrädern, auf deren im Eingriff befindliche Zähne der Dampfdruck wirkt. Die zwei Zahnräder sind im Gehäuse C (Fig. 22) dampfdicht umschlossen, und das eine von ihnen ist unmittelbar mit dem Treibrad verbunden.

Die Bahn geht äusserst ruhig, selbst bei höheren Geschwindigkeiten, und ist wegen der absoluten Sicherheit gegen Entgleisungen für erhöhte Eisenbahnen wohl empfehlenswerth.[7]

Eine Einschienenbahn soll auch durch Haddan, Oberingenieur der Ottoman. Regierung, von 157,68 Kilom. Länge, von Alexandrette nach Aleppo in Syrien, im Jahre 1873 erbaut worden sein, die er Dampfkarawane nennt. Die Bahn besteht — nach dem Vorgange des bayrischen Ober-Bergraths von Bader und des englischen Ingenieurs Palmer — aus einem einzigen Schienenstrange, welcher etwas über der Erdoberfläche, auf einem niedrigen Fundament von 685^{mm} Höhe und 355^{mm} Breite befestigt ist. Die Zwillingslocomotiven sind an ihrem unteren Theile mit horizontalen Klemmrädern nach Fell (vergl. IV. Capitel 2. Abtheil. pag. 447) versehen, deren äussere Ringflächen gut beledert sind und mehr oder weniger stark gegen die Seitenwände des Schienenfundamentes drücken. Der letzte Wagen im Zuge hat ebensolche Leiträder.

Die Wagen sind in zwei Hälften getheilt, welche zu beiden Seiten der Schiene herabhängen, jede Hälfte hat nur für zwei Passagiere Platz, und der ganze Zug fasst 96 Personen. Die Kosten des Baues sollen £ 300 bis 1000 pro Kilometer betragen haben.[8]

§ 8. Fördersystem von Steckel. — Der Constructeur, Maurermeister Berthold Steckel zu Breslau, brachte auf der Wiener Welt-Ausstellung 1873 ein eingleisiges Bahnsystem und den dazu gehörigen symmetrischen Fördertrog durch ein Modell und einen erläuternden Text zur Anschauung.

Die nebenstehenden Figuren 1 u. 2 verdeutlichen das Steckel'sche Förder-

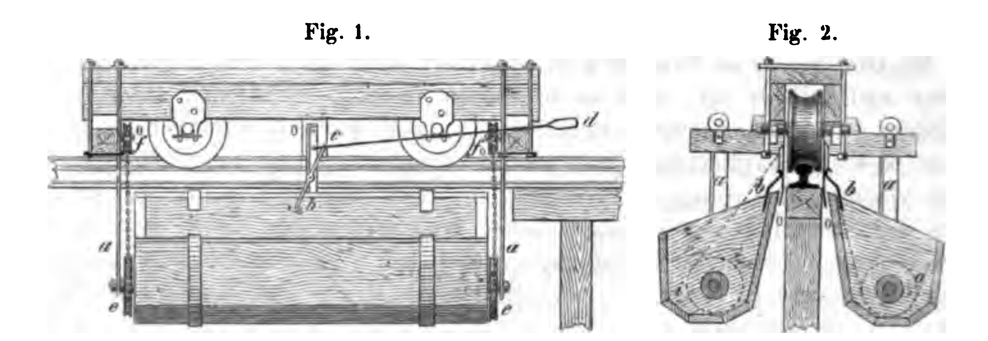


Fig. 1. Fig. 2.

system, welches darin besteht, dass auf einem einzelnen, gestützten Schienenstrange ein Wagen fortgeschoben wird, welcher zu beiden Seiten drehbare Fördertröge trägt.

[6] Im Jahre 1841 wurde auf der Liverpool-Manchester Bahn eine Locomotive mit einer rotirenden Maschine von Rowley probirt (vergl. 3. Bd. p. 1025).

[7] Nach Dingler's polyt. Journal. 1876 Heft 2.

[8] Stummer's, Ingenieur 1874. p. 232.

Dieselben hängen an Flacheisen *aa* und werden durch Zinken *b* festgehalten, welche mittelst eines gemeinsamen Hebels *b, c, d* ausgelöst werden können. Das Auskippen und Wiederaufrichten der gekippten Tröge ist für beide gemeinsam; zu diesem Zwecke hat jeder Trog zwei, je an der Stirnseite angebrachte Seilscheiben *e*, welche durch eine Kette gekuppelt sind, die je über die Spannrolle *ff* läuft; bei der einen Seilscheibe ist die Kette in dem Punkte *i*, bei der anderen in dem Punkte *o* befestigt, und wird durch diese Einrichtung erzielt, dass, wenn der eine Trog kippt, auch der andere kippen muss, und dass, wenn der eine Trog wieder aufgerichtet wird, sich der andere selbstthätig mit aufrichtet.

Steckel ist bei Ausarbeitung seiner Construction sehr richtig durch den Gedanken geleitet worden, dass man bei Förderungen an Arbeitskraft sparen, die mechanische Kraft bevorzugen und die Vereinfachung des Betriebsmaterials und der Anlage anstreben muss, und hat für die praktische Verwendung auf dem Bauplatze auch noch der Drehscheibenanlagen gedacht, durch welche die Abzweigung auf andere Gleise dieses Bahnsystemes ermöglicht ist. Als Vortheile recapitulirt der Erfinder folgende:

1) Unabhängigkeit von den Terrainverhältnissen,
2) Leichte Herstellung, leichtes Heben und Verrücken des Gleises,
3) Reinerhaltung des Gleises,
4) Einfacher Mechanismus des Wagens,
5) Leichtes Zerlegen, Transportiren und Montiren desselben,
6) Leichte Handhabung, Beladung und vollständig automatisches Ausschütten, daher Zeit- und Krafterspärniss,
7) Billigkeit der ganzen Einrichtung.[9]

§ 9. Salinenbahn zu Hall. — Diese in den Figg. 16 bis 19 auf Taf. LXXX dargestellte Bahnanlage war seitens der k. k. Salinen-Verwaltung zu Hall auf der Wiener Weltausstellung (1873) in einem Modell vorgeführt.

Das aus einer doppelten Schienenreihe *cc* von Winkeleisen auf gemeinschaftlicher Langschwelle *d* gelagerte Gleis ist an an den Enden unterstützten Querschwellen *e* schwebend aufgehängt. Kleine Wagen aus doppelten eisernen Bügeln *a* mit innerhalb liegenden Tragrollen umfassen dieses Gleis und tragen die Fördergefässe *C*. Sehr sinnreich sind die Krümmungen der Bahn angeordnet, indem das Gleis durch Zusammenfügung zweier in Kreisform convex resp. concav ausgeschnittener und durch einen Bolzen *i* gekuppelter Gestängetheile *f* und *g* (Fig. 18 und 19) hergestellt ist.

§ 10. Salinenbahn zu Ischl. — Auch diese in Fig. 12 bis 15 auf Taf. LXXX dargestellte Bahnanlage hatte die k. k. Salinen-Verwaltung in Hall in der Wiener Weltausstellung (1873) in einem Modelle ausgestellt. Diese Förderanlage unterscheidet sich, wie Fig. 13 zeigt, von der im § 9 beschriebenen dadurch, dass jeder Schienenstrang einen besonderen Träger hat und das Fördergefäss an einem eisernen Laufwagen (Fig. 14) hängt, welcher für den Gang in Curven mit einer Scharnierkuppelung versehen ist; die zwischen jedem Räderpaare angebrachten Andreaskreuze dienen zur Führung, das heisst zur Abwehr einer zu schrägen Stellung der Radachsen in Curven.

Eigenthümlich ist die zwar sehr primitive, aber doch zweckentsprechende Anordnung der in *c* für das Contragleis ausgekehlten Weichenzunge *a—b* (Fig. 12 u. 15).[10]

---

[9] Říha, Franz, Eisenbahn-Unter- und Oberbau. 1. Bd. pag. 287.
[10] Nach Říha, Eisenbahn-Unter- und Oberbau. 1. Bd., p. 285.

§ 11. Liarsky's Frachtenträger »Grusokat.« — Diese zuerst auf der Moskauer polytechnischen Ausstellung (1872) und dann auf der Wiener Weltausstellung (1873) vorgeführte Transporteinrichtung besteht aus zusammen verbundenen und verlaschten Langträgern, die durch Dreifüsse gehalten werden und auf denen mittelst doppelter Laufräder die Last leicht verschoben werden kann. Die Einrichtung geht aus den Figg. 20—24 auf Taf. LXXX deutlich hervor.

Der aus doppelten ⊏-Eisen oder Flacheisen mit Winkeleisen-Einfassung zusammengenietete Tragbalken *A*, wird an den eisernen angenieteten Oesen *a* mittelst der Gelenke *C* (Fig. 24) an Flaschenzügen von einer Anzahl dreifüssiger Bockgestelle *B* — die zwischen offenen Eisenbahn-Güterwagen und Schiffen, oder gewöhnlichen Fuhrwerken aufgestellt werden, um Güter auf das eine oder auf das andere überzuladen — aufgezogen und mittelst Stricken nahezu horizontal festgebunden. Die überzurollende Last hängt an dem Bügel *D*, welcher mittelst der beiden Rollen mit Spurkränzen *c* auf den oberen Winkelschienen der Tragbalken *A* läuft und durch ein angebundenes Seil leicht nach der einen oder anderen Richtung hingezogen werden kann. Bei kürzeren Entfernungen oder geringeren Lasten kann der Tragbalken auch aus Holz hergestellt werden; zur Erleichterung des Herüberrollens kann demselben nach der Richtung der Last eine geringe Neigung gegeben werden.

Obwohl der »Grusokat« in Russland, Belgien, Oesterreich, England und den Vereinigten Staaten Nordamerikas patentirt ist, scheint er bisher doch nur ganz vereinzelt Anwendung gefunden zu haben. [11])

D. Bahnsysteme zur Ausbeutung von Waldungen.

§ 12. Lo-Presti's Eisenbahnsystem. — Bei demselben ist das Princip der Schmalspur bis an die äusserste zulässige Grenze und über dieselbe hinaus in Anwendung gebracht worden. Der ganze Oberbau der Lo-Presti-Bahn besteht nämlich aus einem einzelnen Balken, der an seiner oberen Fläche an der linken und rechten Seitenkante eine Flachschiene trägt. Die Spurweite ist demnach nahezu gleich der Breite der oberen Fläche eines parallelopipedischen Holzkörpers oder Balkens und wird nicht mehr als 300—400^{mm} betragen, da ja sonst äusserst werthvolle Holzsortimente zur Verwendung kommen und die Kosten des Bahnbaues auf eine exorbitante Höhe treiben müssten. Lo-Presti stellte 5 Classen von Bahnen auf, welche Spurweiten von 878, 658,5, 434,6, 340,2 und 210,5^{mm} besitzen sollen. Von diesen scheinen aber nach dem Oberbausysteme Lo-Presti's nur die Classen mit 434,6 und 340^{mm} zulässig zu sein. Für eine Spurweite von beiläufig 300^{mm} kann man noch ziemlich leicht Hölzer beschaffen, und wir wenden deshalb unsere Aufmerksamkeit ausschliesslich dieser Classe von Lo-Presti'schen Bahnen zu. Auf Taf. LXXVIII, Fig. 1 ist das Querprofil des Bahnkörpers, in Fig. 7 jenes der Schienen dargestellt. Die Figg. 4, 5, 6 und 9 zeigen perspectivische Ansichten des Gesammt-Oberbaues und der Verbindung der Schienen an den Stössen. Endlich ist auch in Fig. 8 die Holzschraube ersichtlich gemacht, durch welche die kurzen Laschen mit den Schwellen verbunden sind. Studirt man noch die Figg. 1—3, welche in 3 Projectionen den Scheitholzwagen der Lo-Presti-Bahn darstellen, so hat man eine

[11]) Vergl. Organ f. Eisenbahnwesen 1873, pag. 61 und Režiha, Eisenbahn Unter- und Oberbau, 1. Bd. pag. 286.

Vorstellung von diesem Transportmittel. Lo-Presti erhielt die Erlaubniss, auf der erzherzoglich Albrecht'schen Kammer Teschen eine Probestrecke nach seinem System anzulegen. Herr Regierungsrath Dr. W. F. Exner in Wien berichtet darüber in seinem Werke »Das moderne Transportwesen« pag. 134: »Wir haben diese Lo-Presti-Bahn zu Grudek in Augenschein genommen und können folgende Daten über die dortige Anlage geben.

Die Breite der oberen Fläche des Balkens beträgt 316^{mm}, die Höhe desselben 158 bis 316^{mm}, die Länge ca. 6^{m}. Diese Balken oder »Bahnelemente«, wie sie Lo-Presti nennt, liegen zumeist auf dem Terrain oder auf niedrigen Unterstützungen aus Holz oder Stein. Die Schienen sind $26,3^{mm}$ breit und $13,25^{mm}$ dick. Der Lowry für Scheitholz-Transport führt in der Regel nur ein Klafter (1½ Tonnen) und hat selbst ein Gewicht von 10 Ctr.

Der Unterbau der Lo-Presti-Bahn besteht entweder aus dem natürlich gewachsenen, mehr oder weniger abgeglichenen Erdboden oder, wenn dies nicht angeht, so werden die Bahnstrang-Einheiten auf »möglichst gleichweit von einander abstehende, entsprechend zugerichtete Pfostenstücke, Klötze, Steine u. s. w., welche zumeist mit dem Bahnstrange nicht verbunden sind, aufgelegt.« Die einzelnen Bahnstrangtheile werden unter einander durch eine Holzverbindung, welche an das Schaffhausner Schloss erinnert, in Zusammenhang gebracht.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass die Fahrsicherheit auf den Lo-Presti-Bahnen auf ein bedenkliches Minimum herabgedrückt ist.

Der Betrieb der Grudeker Probebahn und theoretische Betrachtungen führen zu der Ueberzeugung, dass das Lo-Presti-System allerdings als Transportmittel für Scheitholz anwendbar ist, jedoch nur unter folgenden Bedingungen:

1) Die Spurweite darf nicht unter 300^{mm} betragen.

2) Die Schienen sollen kein kleineres, als das oben angegebene Profil haben.

3) Die Länge und Höhe der Bahnstrang-Einheiten darf nicht über 4^{m} und nicht unter 300^{mm} ausmachen, ausser sie sind in mehr als 4 Punkten unterstützt.

4) Das Gewicht eines beladenen Wagens darf nicht 40 Ctr. überschreiten.

5) Die Geschwindigkeit darf in den Krümmungen nicht 3^{m} per Sec. überschreiten, und der Radius dieser Krümmungen darf, namentlich dort, wo der Bahnstrang auf Querschwellen ruht, nicht unter 8^{m} sinken.

6) Von complicirten Bahnbau-Objecten und allen sonstigen Lo-Presti'schen Vorschlägen ist abzusehen.

7) Die Neigung der Bahnebene darf durchschnittlich nicht stärker sein, als 50^{mm}, und soll das Maximum von 80^{mm} nur selten erreichen. Das System bedarf einer kräftigen, sicher wirkenden Bremse für die Wagen

Der Wagen der Grudeker Bahn hat eine bedeutend geringere Stabilität als dieses bei unseren Eisenbahnwagen der Fall ist. Es liesse sich indessen leicht ein stabilerer Wagen construiren, der dann bei einer Fahrgeschwindigkeit von 1½ Meil. pro Stunde genügende Stabilität besitzen würde.

8) Vom Betriebe durch Locomotiven ist abzusehen. Die letztere Bedingung, welche wir im Jahre 1868 aufstellten, hat sich thatsächlich als völlig berechtigt erwiesen, nachdem die Probefahrten, welche Lo-Presti mit Locomotiven auf ungarischen Bahnen seines Systems unternommen hat, zu einem vollständigen Fiasco geführt haben sollen.«

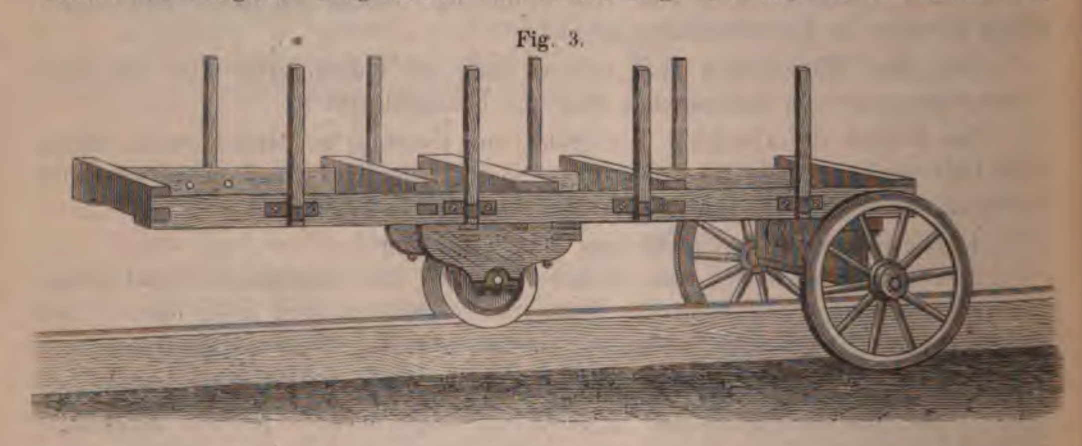
Dieses System kann immerhin in gewissen Fällen, namentlich zur Ausbeutung von Waldungen, Anwendung finden.

§ 13. Das System Wiesenburg. — Anton Wiesenburg & Sohn hatten einen Complex von Waldungen in der kroatischen Militärgrenze, südlich von Zengg, gepachtet und beabsichtigten über 30,000 Cubikm. Holz per Jahr an die Meeresküste zu transportiren. Der Mangel an Zugvieh oder doch die grossen Kosten des Transportes mit gewöhnlichen Wagen auf der Strasse haben Herrn Adolf Wiesenburg, den Chef jener Firma, veranlasst, die Idee der Erbauung einer Vicinalbahn zu cultiviren. Diese Bahn sollte theils mit Gefälle, theils mit Steigung von Mrkviste bis Alan führen, von wo aus sich eine ausgezeichnete Kunststrasse unter fortwährendem Gefälle zur Küste hinzieht und der Transport also verhältnissmässig geringe Schwierigkeiten darbietet.

Das System Wiesenburg erinnert in einem gewissen Grade an die Larmanjat'sche Erfindung (siehe § 3, pag. 516); nur unterscheidet es sich namentlich dadurch von letzterer, dass es den Betrieb durch eine Locomotive nicht voraussetzt, sondern auf den Zug durch Thiere berechnet ist.

In nebenstehender Fig. 3 bemerkt man eine über das Niveau der gewöhnlichen Strasse hervorragende Langschwelle mit Bahnstrang. Dieselbe ist 184 Millim. breit

Fig. 3.



und 211 Millim. hoch und liegt hochkantig; links und rechts auf der oberen Fläche sind Flachschienen durch Nägel mit versenkten Köpfen befestigt. Die Spurweite beträgt also 175^{mm}. Auf diesem Gleise, das die Stelle der Leitschiene Larmanjat's vertritt, läuft entweder ein gusseisernes Rad mit beiderseitigem Spurkranz, oder ein Doppelrad mit je einseitigem Spurkranz. Die Achse dieses Rades, beziehungsweise Doppelrades, liegt nahezu in der Hälfte der Länge des Wagens. An dem einen Ende des Wagens ruht derselbe auf einer zweiten Achse, auf der beiderseits gewöhnliche Strassenräder mit breiter Felge aufgesteckt sind. Die Beladung des Wagens, als eine möglichst gleichmässige vorausgesetzt, ist so eingerichtet, dass die Normale vom Schwerpunkt genau am Ende des ersten Zehntels der Entfernung der beiden Achsen den Bahnstrang trifft. Die Räder, welche auf dem Gleise laufen, sind daher mit $^9/_{10}$ der Bruttolast, die beiden auf der Strasse laufenden Räder mit $^1/_{10}$ der Bruttolast bedacht. Hat man Langholz zu transportiren, so wird man einen Drehschemel anwenden, so dass der Reibnagel genau am Ende des ersten Zehntels der Entfernung beider Wagenachsen angebracht ist, und gerade über ihm muss der Schwerpunkt der Beladung zu liegen kommen. Das Gewicht des Wagens beträgt ca. 8 Ctr.; die Länge

desselben 3 Meter, die Tragfähigkeit bis 60 Ctr. Die Strasse bedarf nur einer Kronbreite von $2^m,40$; ist sie breiter als $2^m,40$, so ist noch Raum genug für einen Fussweg neben der Fahrstrasse. Die Vortheile dieses Systems sind folgende: Der zu überwindende Zugwiderstand wird bezüglich $^9/_{10}$ der Bruttolast auf dasselbe Minimum, wie bei den Eisenbahnen gebracht; nur $^1/_{10}$ der Last ist als Strassenlast anzusehen. Um diesen Vortheil zu erreichen, hat man nichts weiter zu thun, als den sehr einfachen Oberbau herzustellen, der ausser den bereits erwähnten Längsschwellen aus kurzen Querschwellen oder Steinplatten besteht.

Dann sind die Herstellungskosten so gering, dass sie im Vergleich zu dem geringeren Aufwand an Pferden und Knechten unbedeutend genannt werden können. Besonders dort, wo, wie in der kroatischen Militärgrenze, ohnehin gute Strassen vorhanden sind, der Transport durch Zugvieh aber entweder ein enorm theurer, oder in gewissen Quantitäten gar nicht zu beschaffen ist, endlich das Holz zu den Längsschwellen und Querschwellen fast werthlos, in grossem Vorrath vorhanden ist, muss sich dieses Transportmittel ökonomisch bewähren. Die Construction der Waggons in ihrem Detail ist nach einem verlässlichen Calcul hergestellt worden.

Die Kosten der Strasse stellen sich auf 16,000 Mk. per Meile, des Bahnbalkens auf 3732 Mk., der Schienen auf 12,000 Mk., der Querschwellen auf 1600 Mk. Das Legen kostet etwa 4000 Mk. Die Kosten einer Bahnmeile, excl. Wagenpark, Pferde und deren Erhaltung, betragen also weniger als 40,000 Mk. Alle diese Ziffern beziehen sich auf das Gebiet der Militärgrenze.

Wenn der Betrieb einer solchen Anlage nur 20 Jahre, ja noch kürzere Zeit dauert, und die jährlich zu befördernden Frachten nur eine halbwegs erhebliche Höhe erreichen, so stellen sich schon die Transportkosten sammt Amortisation, selbst unter der Voraussetzung eines sehr theuren Zugviehbetriebes, als sehr gering heraus.

Das System Wiesenburg bietet auch den Vortheil dar, gewisse Steigungen durch Anbringung eines Bahnstranges auf der gewöhnlichen Strasse und eines Räderpaares am Wagen ohne Vorspann zu überwinden.[12])

Der officielle Ausstellungsbericht vom Jahre 1873 über Strassenfuhrwerke und andere Transportmittel von M. B. Rideli sagt auf pag. 35:

»Die allgemeine österreichische Transportgesellschaft stellte einen Frachtwagen nach dem »Patent Wiesenburg« aus.

Dieses Patent bezweckt die Verminderung der Betriebsschwierigkeiten bei Befahrung von bedeutenden Steigungen. Nach diesem Patente werden beliebig construirte Frachtwagen in der Mitte ihres Langbaums mit einem aus starken Balken gezimmerten Untersatze in Verbindung gebracht, welcher zu unterst eine 45^{mm} starke Eisenachse mit daraufgesetzten 2 kleinen Schalenguss-Rädern von ca. $0^m,3$ Durchmesser trägt, die sich unter normalen Verhältnissen um $0^m,260$ über das Schienenniveau erheben.

Wenn daher bei Ueberschreitung von steilen Bergrücken im Strassenkörper ein entsprechend hoher, an den Kanten mit Flachschienen versehener Holzbalken in der erforderlichen Länge eingelassen worden ist, welcher zur Spurweite des kleinen Räderpaares passt, so kann der schwer beladene Frachtwagen auf dem um ca. $0^m,26$ über dem Strassenniveau vorspringenden Balken mit Leichtigkeit hinauf geführt werden, ohne eines Vorspanns zu bedürfen. Dabei schweben die vorderen Räder um ca. $0^m,16$ über dem Boden, während $^1/_{10}$ der Gesammtlast des Wagens auf die hinteren Räder und $^9/_{10}$ auf das kleine Schalenguss-Räderpaar vertheilt sind.«

---

[12]) Nach Exner, Dr. W. F., Das moderne Transportwesen im Dienste der Land- und Forstwirthschaft, p. 110.

Von anderen höchst einfachen Langschwellen-Bahnen mit Flachschienen zur Ausbeutung von Waldungen entnehmen wir dem Exner'schen Werke [13]) noch folgende drei:

§ 14. Eisenbahnen zu Idria. — Schon in den 20er Jahren waren in der Provinz Krain und zwar in den Gebirgsforsten zu Idria von Holzschlag-Unternehmern Holzbahnen, sog. Läufe errichtet worden.

Auf den Hochplateaus, in denen oft ganze Reihen von kesselartigen Thälern, Dolinen, vorkommen, — eine Bodengestaltung, welche für den Karst charakteristisch ist, — wurden solche Bahnen zur Ausführung des Holzes bis zum nächsten Abhang verwendet. Die Trace verbindet oft die thunlichst tief gelegenen Punkte der Thalmulde, nach welchen das Holz leicht zugebracht werden konnte.

Die Holzbahnen selbst bestanden aus zwei 342^{mm} von einander entfernt liegenden starken Bäumen, $5^m,7$ bis $7^m,6$ lang, 263 bis 405^{mm} stark, welche das Gleis bildeten. Die Spurweite war demnach 342^{mm}.

Die Langschwellen oder Laufbäume waren auf 2 Seiten, nämlich oben horizontal und gegen die Achse des Gleises zugekehrt, vertical, also rechtwinklig glatt behauen. Die Langschwellen ruhten aber entweder auf dem Boden oder bildeten die Bekrönung von Jochen, wie beim Riesenbau.

Die Laufbäume waren, wenn sie ihrer ganzen Länge nach frei lagen, um sie vor zu grosser Durchbiegung und Bruch zu schützen, auch in der Mitte durch ein Joch unterstützt. Die Wagen für diese Bahn hatten 4 gusseiserne Räder von 210^{mm} Durchmesser, $52,7^{mm}$ Felgenbreite. Im Uebrigen stimmte die Construction der Wagen mit den gewöhnlichen Frachtwagen überein. Die Langwied, welche die beiden Achsen verbindet, war durchschnittlich $1^m,3$ lang, da das darauf zu verführende Dreblingsholz entweder $2^m,5$ oder $1^m,88$ zur Länge hatte. Um nun beim Fahren mit dem Wagen auf den in der Regel nur 210 bis 316^{mm} breiten Langschwellen zu verbleiben, mussten, da die Räder keinen Spurkranz hatten, unterhalb jeder Achse noch 2 kleine, hölzerne, mit Eisen bereifte Führungsräder, »Leitradeln«, von 79^{mm} Durchmesser und 40^{mm} Stärke in der Abstandweite der beiden Langschwellen in der Art angebracht werden, dass sie in ihrer Bewegung um ihre verticale Achse einige Centimeter tief auf der senkrechten inneren Seite der Laufbäume rollten. Diese Wagen wurden durch Menschen gezogen, für welche eine Gehbahn durch Bretter inmitten der Gleise hergerichtet war. Das Gewicht eines leeren Wagens betrug höchstens 1 Ctr.; mit 18—20 solchen Wagen wurde ein massives Cubikklafter Buchenholz verführt und zwar so, dass die Belastung eines Wagens beiläufig 6 Ctr. betrug, welche der Arbeiter auf ebener Bahn mit Leichtigkeit ziehen konnte. Bei grösserer Belastung oder bei einer bedeutenderen Steigung wurden 2 Arbeiter dem Wagen vorgespannt.

Um zu bremsen, wurde bei abwärts gehendem Transport der Wagen von dem ziehenden Arbeiter seitlich gedrückt, so dass eins von den Leiträdern bei dem Vordergestell und auf der anderen Seite bei dem Hintergestell des Wagens situirte sich an die verticalen Flächen der Laufbäume anpressten. Diese Art von Bahnen war das Vorbild, wie Fiedler in der »österreichischen Vierteljahrsschrift« VI. Bd., besonders pag. 202 ff. ausführt, für die von ihm errichtete Idrianer Holzbahn, welche in Folgendem näher erörtert werden wird.

Diese Bahn, auf die menschliche Zugkraft berechnet, ist ein Typus, welcher den Uebergang vom Frachtwagen auf den Eisenbahndienst darstellt.

---

[13]) Exner, Dr. W. F., Das moderne Transportsystem, p. 124.

Im Jahre 1850 begann Fiedler seine Studien über das Bringungswesen mittelst Eisenbahnen und richtete sein Streben dahin, die durch Menschenkraft vollbrachte Bringungsarbeit möglichst zu vervollkommnen. Er erzielte dabei so ausgezeichnete und anerkannte Erfolge, dass die Idrianer Holzbahn, welche sich heute noch im Betriebe befindet, einen gewissen Grad von Berühmtheit erlangte.

Er ging von der Erfahrung aus, dass der Mensch auf einer horizontalen Eisenbahnstrecke 14—21 Ctr. ziehen könne, während bei Holzbahnen kaum die Hälfte dieser Leistung vom Menschen zu erwarten ist.

Nachdem aber der Oberbau der bis damals in Krain bestandenen Bahnen auch 100 Ctr. per Wagen zu tragen im Stande war, so sollte vor Allem der bisherige Oberbau durch Belegen der Laufbäume mit Schienen in eine gute Eisenbahn verwandelt werden. Fiedler verwendete hierzu 30^{mm} breite und 3^{mm} dicke Eisenschienen, welche exact an der inneren Kante der Laufbäume lagen. Die Befestigung der Schienen geschah durch Nägel, deren conisch flacher Kopf bis zur Oberfläche der Schiene in Abständen von $45—60^{cm}$ versenkt war. Bei Ausführung von Krümmungen musste man auch kurze Flachschienen von 60 bis 180^{cm} Länge zur Verfügung haben, sonst waren sie $3^{m},60$ lang. In Curven wurde die verticale Fläche der Langschwellen mit Schienen belegt.

Die Spurweite der Fiedler'schen Bahn beträgt 625^{mm} oder um etwas mehr, sodass den Rädern ein Spielraum von $6—18^{mm}$ gewährt war. Zum Gehen für die Arbeiter dienen Bodenladen von $3^{1}/_{4}—5^{cm}$ Dicke. Die Achsen und Räder sind aus Eisen, erstere an den Enden, wo sie in den Radnaben liegen (in den Schenkeln), 25^{mm} stark und abgedreht.

Die übrigen Theile des Wagens sind aus Buchenholz, an jenen Stellen, wo sie besonders in Anspruch genommen werden, mit Eisenschienen beschlagen. Der Bau der Wagen ist auf Taf. LXXIX, Fig. 10—12 veranschaulicht. Der Radstand beträgt $1^{m},20$, die auf den Achsen befestigten Traghölzer erhielten eine Länge von $90—105^{cm}$, welche der Weite des Beladungsraumes gleichkommt.

Die Oberfläche der Traghölzer ist durch eiserne Spitzen armirt, um die Ladung in der ursprünglichen Disposition festzuhalten. Eine Verlängerung der Traghölzer würde eine Vergrösserung des Beladungsraumes ermöglichen. Im Allgemeinen konnten auf einen solchen Wagen 30—35 Ctr. Holz verladen werden. Die Räder sind ganz von Gusseisen, Durchmesser 300^{mm}, Lauffläche 50^{mm} breit. Fiedler giebt als Hauptgrund für den kleinen Radius der Räder die dadurch herbeigeführte Erleichterung beim Aufladen an.

Der Wagen erhielt eine eigene Bremsvorrichtung, welche durch Hebung der Deichselstangen in Thätigkeit gesetzt wird.

Das gesammte Wagengewicht beträgt 50 bis 60 Kilogr., welches gestattet, den Wagen aus der Bahn zu heben, im Falle dies nothwendig werden sollte. Auf einem solchen Wagen kann ein massiver Cubikm. Holz mit Leichtigkeit verladen werden. Bei dieser mässigen Beladung von 15—20 Ctr. per Wagen wird derselbe auf der horizontalen Bahn ohne besondere Anstrengung von einem Mann gezogen; ja es ist sogar eine Steigung von $14—28^{0}/_{00}$, erstere auf den Curvenstrecken, noch zulässig. Den Preis eines solchen Wagens berechnet Fiedler mit ca. 44 Mk. Zur Auslieferung des Holzes aus dem Schlage, welcher ein jährliches Quantum von 3—4000 Cubikm. Holz giebt, sind 12 Wagen nothwendig.

Bezüglich des Nachweises, dass ein Waldarbeiter auf einer solchen Bahn mehr

leistet, als ein Pferd auf einer guten Strasse, ferner hinsichtlich der sonstigen Vorschläge und Dispositionen mit Rücksicht auf den Forstbetrieb wird auf die oben angezogene Abhandlung verwiesen. Höchst interessant ist die Verwendung von bestehenden Riesen als Unterbau für solche Holzbahnen, eine wahrhaft glückliche Idee, welche im Jahre 1853 durch Fiedler zuerst mit bestem Erfolg ausgeführt wurde.

§ 15. Eisenbahn im Rothwald auf der A. v. Rothschild'schen Domäne Gaming.[14]) — Die Rothwaldbahn hat die Aufgabe, das in entfernteren Theilen des Rothwaldes geschlagene Holz zu der am Oberlaufe des Ybbs recht günstig gelegenen Grazer Klause zu führen. In der ersteren Zeit, als die Holzschläge nach in der Nähe der Klause befindlichen Beständen geführt wurde, genügten die gewöhnlichen Bringungsarten, um das Holz mit mässigen Kosten bis zur Klause zu schaffen. Sowie aber die Schläge sich immer mehr von der Klause nach rückwärts entfernten und so durch die kostspielige Bringung die Rentabilität der weiteren Ausnutzung des Rothwaldes in Frage gestellt wurde, musste man auf Mittel denken, die Bringung bis zur Klause in einer anderen als der bisherigen Weise zu ermöglichen.

Die Länge der Bahn von dem rückwärts gelegenen Theile des Rothwaldes bis zur Klause beträgt 7390 Met.

Der Oberbau der Bahn ist aus Taf. LXXVIII, Fig. 14 ersichtlich, die Spurweite beträgt 1 Met. Die Flachschienen von 40 Millim. Breite und 12 Millim. Höhe haben bei einer Länge von 1—3,7 Met. ein Gewicht von ca. 4 Kilogr. und kosteten in den Jahren 1854—1856 loco Fabrik (A. Töpper in Scheibbs) 25 Mk. per Ctr. Jede dieser Schienen ist durch 4 Nägel mit in den Flachschienen eingesenkten Köpfen auf den Langschwellen befestigt. Die Nägel kosteten das Hundert, im Gewichte von $2^1/_2$ Kilogr., 42 Pfg. Die Langschwellen sind behauene Balken von 140 Millim. im Gevierte und einer durchschnittlichen Länge von 5,25 Met. Diese Langschwellen ruhen auf Querschwellen, in welche sie eingeschoben sind; die genaue Herstellung der Spurweite wird durch Holzkeile vermittelt. Die Querschwellen sind in einem Schotterbett eingelagert. Das Maximum der Steigung beträgt 42‰, diese Steigung wird jedoch nur von leeren Wagen aufwärts befahren und zwar in einer Länge von 1517 Met.

Der übrige Theil der Bahn, über welchen die beladenen Waggons abwärts zu gehen haben, hat eine Steigung von 4,3‰. Der Bau wurde durch die Schwierigkeiten des Terrains, welches bedeutende Aufträge und Durchstiche erforderte, sehr vertheuert. Die Eisenbahnwagen sind nur für schwach gekrümmte Curven gebaut, die Dimensionen und Constructionen sind aus Taf. LXXVIII, Fig. 10 und 11 zu entnehmen. Auf Taf. LXXVIII, Fig. 12 und 13 ist das Achsenlager im Detail dargestellt. Die Schmierbüchse ist durch einen Scharnierdeckel geschlossen. Die Lagerschale ist bei einigen aus Metall, bei anderen aus Gusseisen hergestellt. Die ganze Einrichtung ist eine ziemlich primitive. Die Ringe *b*, Fig. 10 und 11 dienen zur Anhängung der Ketten zur Verbindung der Wagen unter einander und zur Aufnahme der Ziehkette für das vorzuspannende Pferd. Die Bremsvorrichtung hat zwei Fixpunkte und wird mittelst einer Kurbel sehr einfach betrieben. Es ist nur noch zu bemerken, dass der Kopf der senkrechten Schraube den **S**förmigen Hebel in seinem oberen Theile abwärts presst. Die Verbindung zwischen dem Hebel und dem Kopf der Schraube ist eine solche, dass der Kopf der Schraube wohl nicht entfernt, sondern nur seitlich verschoben werden kann. Bei nassem Wetter, bei Schnee und bei Glatt-

[14]) Nach Exner, Das moderne Transportsystem, p. 143.

is genügen die Bremsen nicht, und der Conducteur hilft sich dadurch, dass er einen 'rügel zwischen die Radspeichen des rückwärtigen Wagens und den Wagenrahmen chiebt, wodurch natürlich die Wagen sehr leiden. Die Ankerung *a*, welche während les Fahrens in einen Haken gehängt ist, hat den Zweck, den Wagen auf schiefer Ebene zu arretiren. Man lässt den Anker auf der abwärts geneigten Seite des Wagens herunter hängen; bei einer Bewegung nach abwärts bohrt sich die Stange in die Erde und hält so den Waggon. Diese Vorrichtung wird Haber genannt. Das Gewicht eines leeren Waggons ist 7—8 Ctr.

So vermittelt die Eisenbahn den Transport des Holzes aus dem Flussgebiete, in dem es wächst, in jenes, in welchem es durch eine Triftstrasse weiter befördert werden kann, und dies ist gewiss ein sehr glücklicher Gedanke. Ob aber die Eisenbahnanlage mit Rücksicht auf die Holzvorräthe und den Ueberschuss sich rentirt, dies ist allerdings eine zweite Frage, die bei der Rothwaldbahn früher bejahend hätte beantwortet werden müssen, bevor man zur Anlage der Bahn geschritten ist. Der geringe Werth der ausschliesslichen Fracht dieser Bahn, des Brennholzes, hätte zu einer weiteren Erwägung führen müssen. Die Aufgabe derselben wäre auch durch eine Bahn mit 0,6 Met. Spurweite gewiss gelöst worden. Der gräfliche Rentmeister veranschlagt die Kosten der Bahn per Meile auf 40,000 Mk., wahrscheinlich ohne Einrechnung des verbauten Holzes und der Tracirung. Diese Ziffer ist jedenfalls eine verhältnissmässig sehr niedrige, sie hätte sich aber noch auf $^2/_3$ verringern lassen können, nicht allein durch die Herabminderung der Spurweite, sondern auch durch Vermeidung sonstigen unbegründeten Aufwandes.

Der Betrieb wird in folgender Weise geleitet. Das durch die gewöhnlichen Bringungsweisen zur Bahn geschaffte Holz wird auf die bereit stehenden Wagen verladen, von denen je zwei zusammen gekuppelt durch ein Pferd transportirt werden. Das Zugpersonal ist ein Mann. Am Ende der Bahn ist der Abladeplatz angelegt. Vom Aufladeplatze gehen immer mehrere Züge (zu je zwei Wagen) auf einmal ab. Auf dem Abladeplatze angelangt, wird das Holz über die Rutschen direct in das Flussbett oberhalb der Klausen geworfen. Ist das Ausladen beendigt, so werden je 4 Wagen zusammen gekuppelt und zum anderen Ende der Bahn befördert. Die Ladung für je zwei von einem Pferde gezogene Wagen beträgt 3 Cubikklft. ($18^1/_4$ Cubikm.) waldtrockenes Holz, welches vorwiegend Tannen- und Fichten-, seltener Buchenholz ist. Die Wagenlast von ca. 150 Ctr. kann von einem Pferde ohne zu grosse Anstrengung bewältigt werden, da die Bahn ein ziemlich gleiches Gefälle nach abwärts hat. Für das Aufladen wird per Klafter 20 Pfg. gezahlt, das Abladen wird von dem Begleiterpersonale ohne Entgelt besorgt. Die ganze Bahnstrecke kann des Tages 3 Mal zurückgelegt werden, mithin beträgt das von einem Pferde beförderte Holzquantum per Tag $7^1/_2$ bis 9 Cubikklftr. (60 Cubikm.).

§ 16. Holzbahn auf der Löwenfeld'schen Herrschaft Ratschach in Krain. [15]) — Zur Bringung des abzustockenden Buchenwald-Bestandes in der Waldstrecke Jatna wurde eine Bahn auf einem bereits angelegten Wege gebaut. Die Bahn wurde im Jahre 1869 in Angriff genommen, binnen kurzer Zeit ausgeführt und bis zum Octbr. 1874 betrieben. Da die Bahn nur auf eine kurze Reihe von Jahren nothwendig war, so musste sie auch dem entsprechend möglichst einfach und billig hergestellt werden. Der ganze Oberbau, Taf. LXXIX, Fig. 13 u. 14, wurde aus Buchenholz construirt; als Grundschwellen (Querschwellen) dienten Halbrundhölzer von 237—263mm Durchm.

---

[15]) Nach Exner, Das moderne Transportsystem, p. 128

und $1^1/_2$ Met. Länge, als Langschwellen entweder halbgetrennte Rundhölzer, die dann auf zwei Seiten behauen wurden, oder Ganz-Rundhölzer von schwachen Dimensionen, so zwar, dass Balken von $3^m,8$ Länge und 132^{mm} im Quadrat formirt wurden. Die aus Vierteln von Rundhölzern erzeugten Langschwellen erwiesen sich nicht als zweckmässig, da sie sich binnen kurzer Zeit stark warfen.

Auf die $1^m,3$ von einander entfernt liegenden Querschwellen wurden die Langschwellen, mit der Spurweite von 848^{mm}, durch eichene Nägel befestigt, so dass deren obere, ebene Fläche etwas gegen die Achse des Gleises zu geneigt war. Es wurde also die geneigte Stellung der hochprofiligen Schienen auf Hauptbahnen hier bei den Langschwellen nachgeahmt. Die Langschwellen wurden an den Stössen durch Ueberplatten miteinander in Verbindung gebracht.

An der inneren Langschwellenkante wurden Schienen von $45,9^{mm}$ Breite und $4,4^{mm}$ Dicke mit conisch geköpften, geschmiedeten Nägeln befestigt. Der Versuch mit Holzschrauben lieferte ein ungünstiges Resultat. Bei den Schienenstössen wurde ein Dilatationsraum von 13^{mm} gelassen.

Die ganze Länge der Bahn betrug 4171,2 Met.; an 5 Punkten übersetzte sie einen Bach, wobei die Langschwellen einfach auf Piloten aufgekämmt waren. Das Gefälle der Bahn bewegte sich zwischen 21 und 55‰ und betrug durchschnittlich 34‰. Die Curven hatten einen Minimalradius von 19 bis 47^m, wobei der äussere Strang um 26^{mm} erhöht wurde. Die Wechsel waren in ganz einfacher Weise nach dem System der alten Weichen hergestellt.

Die Kosten der Bahnherstellung, welche in Accord ausgeführt wurde, stellten sich folgendermaassen:

	Mk.	Pfg.
Legen des Oberbaues incl. Annageln der vorgebohrten Flachschienen per Curr.-Klftr. (= 6′ Oesterr. = $1^m,90$)	1	48
Hierzu Holzwerth per Curr.-Klftr., 8 Cubikfuss Rundholz incl. Bringung per Riese und Achse à 24 Pfg.	1	92
Sägelohn hierfür	—	32
Die Schienen kosteten per Wiener Ctr. = 24 Curr.-Klftr. 24 Mk., d. h. per Curr.-Klftr.	1	83
Das Lochen der 2,70—3,00 Met. langen Schienen mit Durchschlaghammer und Bohrer von 45 zu 45 Centim. wurde per Stück mit 8 Pfg. abgegeben, daher bei Curr.-Klftr.	—	12
Erdabgrabungen per Cubik-Klftr. (= 6,82 Cubikm.) ohne Verführung des Materials 1 Mk. 90 Pfg., mit Verführung auf 5 bis 20° entfernt	4	—
Einschliesslich dieser Erdbewegung, der Nägel, des Eisenmateriales zu den Wechseln etc. stellte sich die ganze Bahnanlage per Curr.-Klftr. auf	7	10

Die Abnutzung der Bahn war am auffallendsten und raschesten in den Curven und Wechseln, auch wurden die Schienen häufig abgerissen.

Ein eigener Bahnaufseher, der zugleich die Bahnerhaltung besorgte, musste angestellt werden. Die Bahn-Erhaltungskosten betrugen per Curr.-Klftr. 60—100 Pfg. im Jahre.

Die Bahnwagen Taf. LXXIX, Fig. 13—15, wurden von der Fabrik Körösy in Graz geliefert, später in eigener Regie hergestellt. Das Stück kostete 192 Mk., die vom Forstamte selbst erbauten Wagen kamen indessen auch nicht billiger zu stehen. Bei den ersten Wagen betrug der Radstand $1^m,5$, was sich in der Praxis als unzulässig erwies.

Die geschmiedeten Achsen von $53—66^{mm}$ Durchmesser trugen fest aufgekeilte Schalenguss-Räder von $316—395^{mm}$ Durchmesser. Die Rahmen wurden zuerst aus

Lärchenholz hergestellt, was sich jedoch nicht bewährte, später von Eichenholz gebaut. Das Gewicht eines unbeladenen Wagens mit Band- und Kuppelketten betrug 7 Ctr. Die Bahnwagen haben eine Tragfähigkeit von 70 Ctr., wurden jedoch nur höchstens mit 2 Tonnen belastet

Die ganze Bahn war für abwärtsgehenden Transport eingerichtet, da sie in einer Thalmulde einem Bache entlang mit dem oben angeführten Gefälle ging.

Abwärts bedurfte man daher keines Motors; mit je einem Wagen fuhr ein Bremser, der im Winter mit 1 Mk. 40 Pfg., im Sommer mit 1 Mk. 68 Pfg. entlohnt wurde und der zugleich beim Holzaufladen und Abladen mitwirkte.

Die aufgeladenen Klötze Holz wurden zwischen den Köpfen bis auf $1^m,6$ Höhe aufgeschlichtet und mit Ketten in der Mitte zusammengehalten. Die Rückbeförderung der leeren Wagen geschah durch Pferde, von denen je eins in den geringeren Steigungen 3 Wagen, bei den grösseren jedoch nur zwei oder auch nur einen zog.

Der Bericht über die Widerstandsfähigkeit der Wagen ist kein sehr günstiger. Das Ausbrechen der Laufflächen, sowie das Springen des Radkörpers kam verhältnissmässig häufig vor, während der Spurkranz sich als ziemlich sicher erwies. Auf der stärksten Steigung musste bei Glatteis im Winter gesandet werden. In der Zeit von 5 Uhr Vormittags bis 6 Uhr Abends wurde die Route in Partien zu 6 Bahnwagen 6 Mal wiederholt. Der Rücktransport der leeren Wagen wurde im Accord mit 6 Mk. per Pferd vergeben. Die hauptsächliche Fracht war Rundholz; indessen wurde auch Scheitholz und Holzkohle befördert.

Die Dauer der Querschwellen, die zum Theil in der Erde lagen, stellte sich geringer heraus, als jene der Langschwellen. Erstere wurden im dritten Jahre unbrauchbar.

Eine Schwierigkeit bestand in der Erhaltung des Gleichgewichtes der Ladung mit Langholz bei dem kleinen Radstand der Wagen.

Der Erbauer dieser Holzbahn ist der Löwenfeld'sche Forstmeister Moritz Scheyer. Er ist der Ansicht, dass sich bei Wiederholung einer ähnlichen Anlage die Verbreiterung der Lauffläche des Rades empfehlen würde, in welchem Falle man sogar die Flachschienen entbehren könnte, mit deren Leistungen er ohnedies nicht zufrieden war.

§ 17. Forstbahn, System Heusinger von Waldegg. — Zur Ausbeutung von Waldungen hat der Verfasser dieses Capitels ein höchst einfaches System von Forstbahnen entworfen, wobei alle Erd- und Bettungsarbeiten vermieden werden und der Unterbau des Gleises mit Hülfe der Erdstöcke der abzuholzenden Waldstrecken hergestellt wird. Zu dem Ende werden geeignete, in der Bahnlinie stehende Baumstämme, dem Niveau des Gleises entsprechend, durch zwei Sägeschnitte, wie Fig. 26 auf Taf. LXXXI zeigt, stufenförmig gefällt und auf diesen Stufen der paarweise gegenüberstehenden Erdstöcke kantige Querschwellen von 20×25^{cm} Stärke mittelst durchgehender Schraubenbolzen befestigt. Auf diese schwebenden Querschwellen werden dann die ungefähr ebenso starken Langschwellen, genau der Spurweite entsprechend, etwas eingekämmt und ebenfalls mit durchgehenden Schraubenbolzen solide befestigt. Es können hierbei die paarweise durch Querschwellen zu verbindenden Erdstöcke entweder ausserhalb der Langschwellen, wie in Fig. 27 angedeutet, oder theilweise innerhalb und ausserhalb, wie in Fig. 28 skizzirt, oder sonst noch in anderer Weise gruppirt stehen, je nachdem geeignete Stämme an der Bahnlinie sich vorfinden. Oft wird auch ein einziger Erdstock für eine Querschwelle genügen, und

ein zweiter Stützpunkt kann durch ein in die Erde eingegrabenes loses Holzstück gewonnen werden. Die Entfernung der Stützpunkte oder Erdstöcke in der Längenrichtung des Gleises kann 1 bis 2 Met. betragen; bei grösserer Entfernung werden Holzstützen, wie in Fig. 26 bei *A* angedeutet, auf einer Stein- oder Holzunterlage stehend, angebracht.

Auf diese Weise kann der Unterbau dieser Forstbahn ohne die geringsten Erd- und Bettungsarbeiten und ohne dass die Unebenheiten des Terrains auf die Kosten des Baues Einfluss haben, hergestellt werden; Schluchten und kleine Wasserläufe können ohne Weiteres durch das Gleis selbst überbrückt werden, indem bei abzuholzenden Waldungen angenommen werden kann, dass zu diesem Unterbau geeignete Bäume sich in genügender Zahl und dicht genug vorfinden. Für eine solche Bahnanlage dürfte eine Spurweite von 1^m die geeignetste und als Schiene eine gleichschenklige Winkelschiene von 75^{mm} breiter Lauffläche und 25^{mm} breiter Nagelfläche zu empfehlen sein. Die Lauffläche kann ca. 10^{mm} stark und die Nagelfläche 5^{mm} stark sein; eine solche Schiene wiegt ca. 10 Kilogr. per Met. und ist bedeutend widerstandsfähiger, als eine Flachschiene von gleichem Gewicht.

Sehr häufig liegen die abzuholzenden Waldungen an Bergabhängen; in diesem Falle sind diese Forstbahnen zweigleisig anzulegen, und es kann unter Umständen das zweite Gleis in 50 bis 100 Met. Entfernung parallel zu dem ersten angelegt werden. Der Betrieb kann dann selbstthätig mittelst Drahtseilen über zwei horizontale Seilscheiben an dem oberen Ende der Gleise erfolgen, indem die beladenen Wagen herabgehen und die leeren hinaufziehen.

Sobald die Abholzung des Waldes auf eine gewisse Entfernung an beiden Seiten der Gleise erfolgt ist, können die Quer- und Langschwellen zu einer neuen Gleisanlage auf anderem Waldterrain verwendet und auch selbst der Unterbau der abgerissenen Bahn durch Abhauen oder Ausroden der Erdstöcke noch verwendet werden.

E. Hölzerne Schienenbahnen.

§ 18. Die Holzbahnen in Canada mit Locomotivbetrieb. — Der Ingenieur J. B. Hulbert construirte während des letzten amerikanischen Bürgerkrieges Holzbahnen, welche bald zu weiteren Versuchen Anlass gaben. Ein solcher Versuch wurde zuerst auf einer ca. 10 Kilom. langen Strecke zwischen Carthago (Staat New-York) und Harrisville angestellt, welche im Jahre 1868 eröffnet wurde.

Bald nachher wurden mehrere solche Bahnen erbaut. In Quebec wurde die 42 Kilom. lange »Quebec- und Gasford-Holzbahn« angelegt, welche eine Gesammtlänge von 160 Kilom. erhalten sollte.

Die Sorret-, Drummond- und Arthabasca-Counties-Bahn in einer Länge von 100 Kilom. und die Lewis- und Kennebec-Bahn von 160 Kilom. Länge folgten bald nach. Diese Bahnen sollten täglich in jeder Richtung drei Züge befördern, und die Tarife sollten nicht viel höher sein, als diejenigen von Hauptbahnen. Die Geschwindigkeit der Personenzüge war mit 28 bis 32 Kilom. und diejenige der Güterzüge auf 19 bis 25 Kilom. per Stunde bemessen.

Man behauptet auf diesen Bahnen mit Locomotiven von 20 Tonnen Gewicht auf $^1/_{60}$ Steigung Züge von 60 bis 80 Tonnen zu schleppen. Auf $^1/_{21}$ Steigung wurde mit einer 14 Tonnen schweren Locomotive ein Zug von 20 Tonnen gefahren. Diese Bahnen haben sich auch während des Winters gut bewährt, und der Betrieb wurde selbst bei 1^m hohem Schnee und bei Anwendung von Schneepflügen nicht gestört.

und Kennebec-Bahn wurde als die bestconstruirte bezeichnet. Die ... beträgt auf Dämmen 4m,27 und im Einschnitt 4m,88 bis 6m,71. ... waren unbedeutend, indem die Bahn viele Steigungen und Gefälle ... Curven erhielt.

... besteht aus 2m,44 langen und wenigstens 0m,20 starken Schwellen, ... 0m,3 hohen und 3m,05 breiten Ballastschicht liegen. Das Schienen- ...ornholz, und zwar erhält eine solche Holzschiene eine Länge von 4m,27 ...schnitt von 0m,35 auf 0m,175. Die Oberfläche ist etwas abgerundet, ...endlich liegen diese Hölzer flach. Die Querschwellen erhalten Ein- ...chen die Holzschienen mittelst Seilen befestigt werden.

... Lewis-Kennebec-Bahn hatte man folgenden Fahrpark:

...motiven von je 30 Tonnen Gewicht im Betrieb, zu einem ...kpreis von	ca.	50,000 fr.
...gen I. Classe, zu je 40 Plätzen, Preis per Stück	-	10,000 -
II. - - - 60 - à	-	5,000 -
...päckwagen à	-	3,000 -
...hwagen à	-	2,500 -
...deckte Lastwagen à	-	2,500 -
...fene Lastwagen à	-	1,600 -
Schneepflüge à	-	5,600 -
...nige kleine Dienstfahrzeuge à	-	600 -
...einige Postwaggons à	-	3000 -

...baukosten betragen, mit Inbegriff der Fahrbetriebsmittel, ca. 20,690 fr. per ... vertheilen sich wie folgt:

Oberbau-Material	2,960 fr. pro Kilom.
Ballast	1,560 - - -
Oberbau-Legen	620 - - -
Brücken, Stationen, Rampen, Bahnausrüstung etc.	3,900 - - -
Unterbau, Entwässerung und Allgemeines	8,530 - - -
Fahrbetriebsmittel	3,120 - - -
Zusammen	20,690 fr. per Kilom.

...r Tagelohn betrug ca. 4 fr. 50 per Arbeitstag von 10 Stunden.

... Dämmen wurde ca. 1 fr. 50 und bei Einschnitten im Felsen 25 bis 45 fr. per ...zahlt.

... Holz kostete, in Stämmen von 3m,66 Länge und 0m,35 Durchmesser, 1 fr. 25 ...5 per Stamm, je nach der Holzart. Das Bearbeiten vertheuerte den Preis um ..., 35.

Die Arbeitslöhne beim Bau betrugen etwa 90 Cts. pro Tag bei zehnstündiger Arbeits... Erdarbeit kostete durchschnittlich 30 Cts., aber in Felseinschnitten 5 bis 9 Doll ...-Yard. Bauholz in Stücken von 3m,60 Länge und 35 Centim. Durchmesser, kostete ...3 Cts.

Die Betriebskosten mit Einschluss der Bahnunterhaltung betragen etwa 40 Cts. ...engl. Zugmeile. Die Quebec- und Gasford-Bahn ist an eine Gesellschaft ...ichtet, welche das Anlagecapital mit 6 Proc. verzinst. Die Dauer der als Schie...dienenden Langschwellen kann bei dem schwachen Verkehr solcher Holzbahnen ...twa 8 Jahren angenommen werden. Indessen sind auf den ältesten Bahnen noch ...schwellen vorhanden, welche schon seit 12 Jahren in Gebrauch und noch ziem... gut erhalten sind.

Das in Canada gegebene Beispiel wird vielleicht in anderen dünn bevölkerten ...lern, wo das Holz sehr billig, Eisen aber sehr theuer ist, befolgt werden, zunächst

wahrscheinlich in Neuseeland, wofür Herr Hulbert neuerdings berufen ist, Projecte zu Holzbahnen für den Localverkehr auszuarbeiten.[16])

Hölzerne Schienenbahnen, welche bei der Einführung der Eisenbahnen in Amerika vielfach ausgeführt wurden, kommen dort jetzt wieder für secundäre Bahnen in Gebrauch. Die Clifton-Bahn hat aus Ahorn bestehende Schienen, welche $4^m,27$ lang, $0^m,10$ auf $0^m,15$ dick und mit der scharfen Kante nach oben verlegt sind. Die Holzschienen sind auf hölzernen Querschwellen festgekeilt. Andere Holzarten als Ahorn bekommen leicht eine rauhe Oberfläche, was bei einer anderen Holzbahn aus Eichenholz dazu führte, Flacheisen auf die hölzernen Langschwellen zu nageln, also zur Construction der ersten Grubenbahnen zurückzukehren. Die Flacheisen lockern sich aber leicht, die Enden sperren sich in die Höhe, bilden »Schlangenköpfe«, welche leicht zu Entgleisungen führen.[17])

Hölzerne Schienen sind auch für eine 25 Kilom. lange Industriebahn im Staate Carolina (Verein. Staaten) zur Anwendung gekommen. Der Schienenkopf ist 725^{mm} breit, der Radkranz der Wagen hat dieselbe Breite; der Spurkranz ist etwa 70^{mm} stark. Die Berührungsfläche zwischen Rad und Schiene wurde deshalb so gross gewählt, um die Abrutschung der letzteren zu vermindern. Der Erfolg soll die Erwartungen übertroffen haben.[18])

F. Leichte transportable Schmalspurbahnen.

§ 19. Transportable Hülfsbahn (System Decauville). — Die Wichtigkeit kleiner, secundärer Bahnverbindungen, welchen den Transport von Frachtgütern von einem Productionsorte zum anderen, oder vom Productions- zum Consumtionsorte zu bewerkstelligen haben, bedarf keiner weiteren Erörterung, denn die mannigfachen Versuche, welche in den letzten 10 Jahren gemacht wurden, um derartige billige Bahnen herzustellen, liefern den Beweis, dass das Bedürfniss nach einer zweckmässigen Oberbau- und Fahrbetriebsmittel-Construction für ein derartiges Communicationsmittel ein lebhaft gefühltes ist. Bisher scheiterten jedoch alle diesbezüglichen Versuche zum grossen Theile an den Schwierigkeiten der Herstellung eines hinreichend festen und gleichzeitig wohlfeilen Oberbaues, der sich ohne besondere Vorbereitungen an jedem Orte leicht legen und je nach Bedürfniss anstandslos verschieben liesse, ohne zu diesem Zwecke kostspieliger und zeitraubender Unterbau-Arbeiten zu bedürfen. Alle jene, welche mit dem Transporte von Fabriksgütern innerhalb des Rayons ihrer Etablissements zu thun haben, alle Bau-Industriellen etc. werden den Werth einer zweckmässigen derartigen Neuerung gewiss zu würdigen wissen. Wenn wir nun der Decauville'schen Transportbahn, welche der Erfinder »Porteur-Decauville« nennt, im Speciellen das Wort reden, so geschieht dies deshalb, weil sich diese Construction durch eine ganz besondere Einfachheit in der Anordnung der Details sowie durch ihre exceptionelle Wohlfeilheit auszeichnet. Auch ist die Legung des Gleises für diese Hülfsbahn so einfach und erfordert nur so geringe Vorbereitungen, dass man mit Recht sagen kann, der »Porteur-Decauville« lasse sich im Gehen legen und der Bau derselben schreite im Tempo einer raschavancirenden Armee vorwärts.

16) Vergl. Engineering 1872 und Organ für Eisenbahnw. 1873, p. 29.

17) Mech. Mag. 1871, Mai, p. 344. Scientific American 1871, April, p. 212, 241 und Mai, p. 292.

18) Nach Builder 1874 Mai, p. 369 und Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingenieur-Vereins 1875, p. 78.

In der That verdient diese Hülfsbahn auch für militärische Zwecke eine sehr ernste Berücksichtigung.

Ueber die Construction des Oberbaues und der Fahrbetriebsmittel ist bei den genauen Zeichnungen, welche wir auf Taf. LXXXI, Fig. 7 geliefert haben, nicht Viel zu erwähnen. Die bewegliche Schienenbahn besteht aus einzelnen Theilen von 3^m,25 und 1^m,25 Länge, welche mit 400^{mm} Spurweite aus leichten Vignoles-Schienen durch eiserne Querbänder zusammengefügt sind und bequem von einem Arbeiter getragen werden können, indem er sich zwischen die Schienen stellt und mit jeder Hand eine Schiene erfasst. Diese Bahntheile werden bei gutem Untergrund unmittelbar auf denselben gelegt und dadurch mit einander verbunden, dass die an einem Ende der Schienen innen angenieteten Laschen unter die Köpfe der anstossenden Schienen eingeschoben werden. Hierdurch wird genügende Steifigkeit erzielt, um mehrere Bahnabschnitte gleichzeitig aufheben zu können. Ausserdem wollen wir einige Vortheile hervorheben, welche dem »Porteur-Decauville« speciell eigen sind und die denselben ganz besonders für grössere Hüttenwerke, Zuckerfabriken, Kohlenwerke und dergleichen geeignet erscheinen lassen.

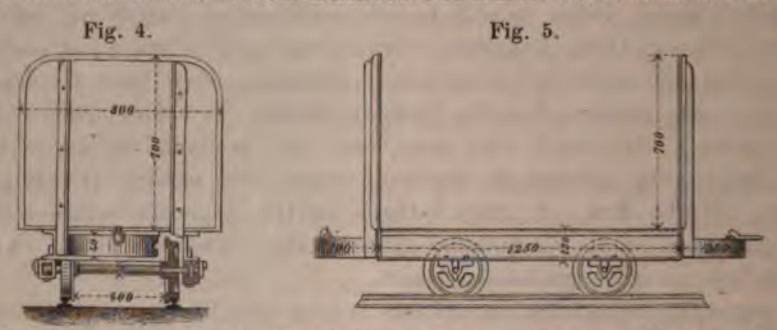
Die neue Transportbahn ist auf das Princip der Theilung der Frachtgüter basirt; der Oberbau wird in Abtheilungen fertig hergestellt, so dass derselbe stückweise als Ganzes gelegt werden kann. Die zur Anwendung kommenden Schienen wiegen 4,5 Kilogr. per Meter und haben die in Fig. 7^a auf Taf. LXXXI dargestellte Form. Dieselben haben eine Widerstandskraft von 2000 Kilogr. in ihrer Oberbau-Verbindung, so dass die Achsbelastungen von 400 Kilogr. — so viel beträgt das Maximum der einzelnen Wagenladungen — eine Schwellenentfernung von unter Umständen $2^1/_2$ bis 3^m gestatten. Die Verbindung der einzelnen Oberbau-Constructionen ist eine besonders einfache, indem weder Keile noch Bolzen zur Anwendung kommen, sondern die Oberbautheile, wie dies in Fig. 7 ersichtlich, einfach an einander gefügt werden. Zwei vorspringende Schliesseneisen verhindern die laterale Verschiebung, während die Längsverschiebung durch die Reibungswiderstände auf dem Boden selbst verhindert wird. Um ein Beispiel für die Leichtigkeit, mit welcher dieser Oberbau gelegt werden kann, zu geben, mag hier angeführt werden, dass 4 Männer ein 300^m langes Gleis innerhalb einer Zeit von $1^1/_4$ Stunden von dem actuellen Lagerplatze auf eine 30^m entfernte Stelle übertragen können. Dadurch schliesst sich dieses Bahnsystem ausserordentlich leicht den Bedürfnissen der Landwirthschaft und landwirthschaftlichen Industrie an, indem es nach Arbeitsvollendung auf einem bestimmten Grunde sofort an anderen Stellen verwendet werden kann.

Um den Oberbau auch für jene Fälle adoptiren zu können, wo derselbe keine baldige Verrückung zu gewärtigen hat, sind an den Schienenenden Bolzenlöcher gebohrt, welche eine Laschenverbindung gestatten, wie sie bei dem normalen Oberbau stattfindet. Um selbst bei Krümmungen nicht auf die Abbiegung der Schienen angewiesen zu sein, werden je nach Bedarf auch krummlinige Gleisstücke von verschiedenen Radien angefertigt, so dass man, ausser der Planirung, selbst in stark coupirtem Terrain für die Legung des Oberbaues keinerlei weitere Vorbereitungen bedarf. Die Spurweite gestattet die Anwendung von Krümmungshalbmessern von 8^m für eine Pferdebahn und von 6^m für eine Anlage, wo die einzelnen Wagen geschoben werden sollen. Doch selbst noch kleinere Krümmungshalbmesser lassen sich ohne Anstand einschalten, wenn die Localverhältnisse dies erforderlich machen.

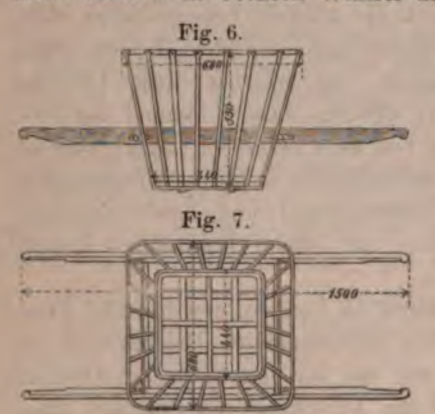
Für die Wegübersetzungen ist gleichfalls in sinnreicher Weise vorgesorgt, indem an allen Stellen, wo die zu legende Bahn von Strassen oder Wagen gekreuzt werden

soll, specielle Oberbaustücke eingefügt werden, welche mit Längenhölzern versehen sind, so dass also die Gleise den Strassenfuhrwerken keinerlei Hinderniss bieten. In Fig. 14, Taf. LXXXI ist ein Oberbaustück im Querschnitt dargestellt.

Die Kreuzungen sind ebenso aus Einem Stücke hergestellt, wie die Figg. 8—11 zeigen. Aus letzterer Figur ist auch zu entnehmen, dass das Einschalten von Kreuzungen und Wechseln ebenso leicht geschehen kann, wie das Legen einer currenten Oberbaustrecke, da die Wechsel sammt dem Herzstücke in Einem Oberbautheile enthalten sind.


Fig. 4. Fig. 5.

Für den internen Verkehr in Werken, Kohlengruben etc. sind auch Drehscheiben vorgesehen, welche entweder oberirdisch, wie Fig. 13, oder versenkt, wie in Fig. 12, construirt sind. Insbesondere ist es die Construction der ersteren Gattung, welche sich durch eine ausserordentliche Zweckmässigkeit auszeichnet und sich auch für grössere Spurweiten anwenden liesse, daher wir sie der Beachtung der Eisenbahntechniker empfehlen. Fig. 15 zeigt eine mit Verstärkungsrippen nach unten und mit erhöhten Rändern an den ausgerundeten Ecken versehene Gussplatte, welche gleichfalls ins Gleis eingelegt wird, um Fahrzeuge mit kurzem Radstand (300mm) und losen Rädern im rechten Winkel drehen zu können.


Fig. 6. Fig. 7.

In den vorstehenden Figg. 4 und 5 ist ein eiserner Transportwagen dargestellt, wie er auf der Decauville'schen Hülfsbahn gewöhnlich zur Anwendung kommt und der sich gleichfalls durch Einfachheit der Construction und Zweckmässigkeit der Anlage und Handhabung auszeichnet, jedoch einer näheren Beschreibung nicht bedarf. Nur wollen wir bemerken, dass für gewisse Fälle in sehr zweckmässiger Weise korbähnliche Obertheile (Fig. 6 u. 7) zur Verwendung gelangen, welche Handhaben besitzen, um sie leicht von dem Untergestell abheben und als Tragen benutzen zu können. Fig. 16 bis 18 auf Taf. LXXXI zeigen einen Kippwagen, zum Entleeren nach der Seite, das Untergestell ist ebenso wie der Kasten ganz in Eisen construirt, die Zusammensetzung geht deutlich aus den Zeichnungen hervor. Die verschiedenen Constructionen haben ein gleichartiges eisernes Untergestell mit 4 gusseisernen Rädern und tragen 300 bis 400 Kilogr. Die Detals der Achslager sind in Fig. 19 dargestellt.

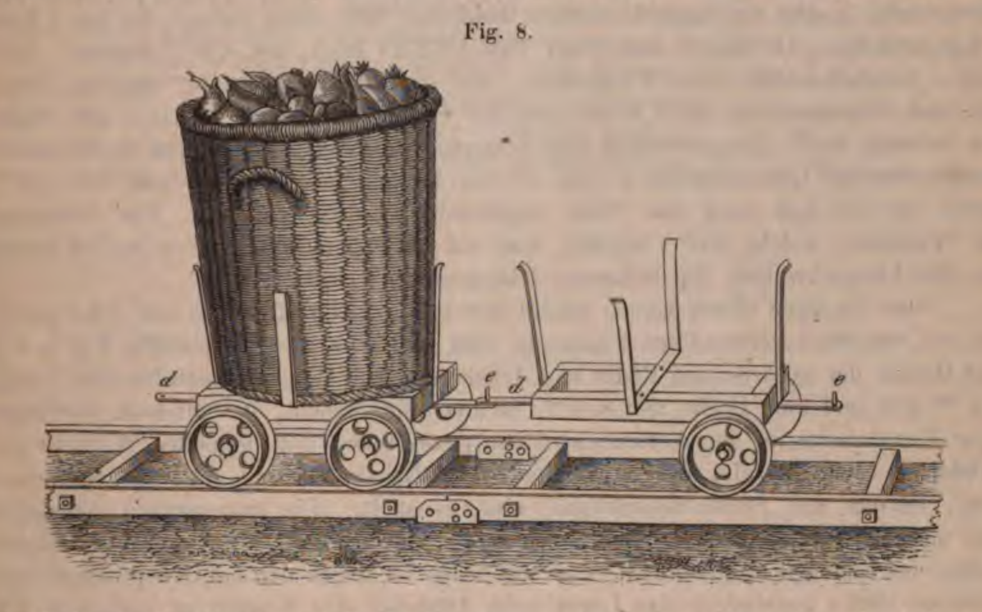
Die Decauville'sche Hülfsbahn ist gegenwärtig zwar nur für den Betrieb durch Pferde eingerichtet, doch ist die Construction einer kleinen, leichten und zugkräftigen Locomotive von 400mm Spurweite und 1250 Kilogr. Gesammtgewicht, um grössere Züge zu befördern, in der Ausführung begriffen.

Wie gross die von dieser beweglichen Transportbahn erwarteten Vortheile sind, geht aus dem Umstande hervor, dass, trotzdem Herr Decauville erst im Laufe des Sommers 1876 mit seiner Construction in die Oeffentlichkeit trat, doch bis heute bereits mehr als 100 verschiedene Anwendungen dieser Hülfsbahn in Frankreich allein zu verzeichnen sind, gewiss das beredteste Zeugniss für die vielseitige praktische Verwendbarkeit dieses Communicationsmittels.

Die Kosten dieser Hülfsbahn sind, wie bereits erwähnt, sehr mässig; der Oberbau derselben schwankt je nach der Dimension der Schienen und der Spurweite zwischen 4,75 und 9,25 Frcs. per laufd. Met., wobei der erstere Preis für eine Spurweite von 40 Centim., der letztere für eine solche von 60 Centim. gilt. Die mannigfachen Anwendungsarten, welche der Porteur-Decauville gestattet, lassen erwarten, dass derselbe sich auch in Deutschland und Oesterreich baldigst Eingang verschaffen und wesentlich dazu beitragen wird, die Rentabilität einzelner Werke zu heben, sowie die Uebelstände zu beseitigen, welche stets mit einer mangelhaften Communication verknüpft sind.

§ 20. Transportable schmalspurige Feldbahn (System Corbin). — Dieses System war auf der Wiener Weltausstellung (1873) durch ein von Max Strakosch in Brünn gefertigtes Modell vertreten und hat bereits vielfache Anwendung gefunden. Das Gleis hat 420^{mm} Spurweite und besteht aus hölzernen Rahmen von 80^{mm} hohen und 40^{mm} starken Latten, die durch Querhölzer und durchgehende Schraubenbolzen verbunden, sowie mit Schienen von Bandeisen (35 × 2^{mm} stark) benagelt sind. Bei

Fig. 8.



den Rahmen für Curven wird die Krümmung durch Sägeeinschnitte der hölzernen Langschwellen (siehe Fig. 21 und 22 auf Taf. LXXXI), die Festhaltung der Krümmung durch besondere Bänder *a a*, die Fixirung der Spurweite durch die Anwendung der erwähnten Druck- und Zugbolzen *b* und die Befahrung in dieser Krümmung durch eigenthümlich construirte Wagen mit 2 Rädern (Fig. 24 und 25 auf Taf LXXXI und vorstehende Fig. 8) erzielt. Die Verbindung der einzelnen Rahmen erfolgt durch kurze Laschen von 130^{mm} Länge, die an dem einen Ende der Langschwellen durch einen Schraubenbolzen mit Mutter befestigt sind und an dem anderen Ende durch

Einstecken eines Vorsteckstiftes (Fig. 23 auf Taf. LXXXI) zusammengehalten werden, wodurch sich das Gleis ausserordentlich rasch legen und wieder aufnehmen lässt.

Nur der vorderste Wagen ist 4räderig, während alle folgenden nur ein Räderpaar haben und vermöge der Langschiene *d e* immer auf den Nachbarwagen, resp. auf dessen Radgestelle klappen; die Verbindung geschieht vermittelst des an dem einen Ende der Langschiene eingenieteten Bolzens *e*, welcher selbst die schärfsten Radwendungen zulässt.

Auf dem Pachtgute Seelowitz in Mähren ist eine solche doppelgleisige Feldbahn, in Verbindung mit einer Drahtseilriese (vergl. VI. Cap. § 3) auf einem Bergrücken hergestellt. Die Feldbahn hat $379^{m},3$ Länge; durch dieselbe werden von höheren Punkten des Berges, welche reicher an Kalk und Mergel sind, die Materialien der Drahtseilriese zugeführt.

Der beladene, abwärts rollende Wagen zieht mittelst eines um eine horizontale Rolle gewundenen Seiles den leeren Zug hinauf. Jeder Zug besteht aus 18 zusammengekuppelten kleinen Wagen, welche Körbe tragen, die sich leicht abheben und aufsetzen lassen. Diese 18 Körbe fassen 30 Zollcentner, welche alle 15 Minuten die Bahn herabkommen, sodass in 11 Stunden die Drahtseilbahn 1200 Ctr. erhält.

§ 21. Transportables Moorgleis nebst Wagen zum Torftransport. — In den ostfriesischen Torfmooren sind den zuletzt beschriebenen ähnliche transportable Gleise zum Transport von Torf nach den Lagerhäusern an den nächsten Eisenbahnstationen und Canälen vorhanden, die jedoch eine grössere Basis wegen des unsichern Moorgrundes haben und nach Bedürfniss bald hier bald dahin verlegt werden. Dieselben bestehen, wie Fig. 1 und 2 auf Taf. LXXXI zeigt, aus 130^{mm} breiten, 32^{mm} dicken Langschwellen *a* aus Tannenholz, auf welche die 40×40^{mm} starken tannenen, mit Bandeisen von 20^{mm} Breite und 2^{mm} Stärke benagelten Latten *b*, als Schienen befestigt sind; Langschwellen und Schienen haben eine Länge von $2^{m},67$ bis 3^{m} und werden auf Querschwellen *d* von $1^{m},350$ Länge, 220^{mm} Breite und $28 - 32^{mm}$ Dicke, die jedesmal unter dem Stoss angebracht werden, gelagert. Zur Sicherung der Spurweite, welche 900^{mm} beträgt, sind auf den Querschwellen, zu beiden Seiten von den Langschwellen, die hölzernen Knaggen *c*, *c* befestigt.

Das Verlegen dieser Gleise erfolgt meist in gerader Richtung und sehr rasch. Die bei denselben verwendeten Fahrzeuge sind in Fig. 3 u. 4 dargestellt, Fig. 5 u. 6 sind Details der gusseisernen Räder und Achslager. Der Wagenrahmen hat eine Länge von $2^{m},586$ und eine Breite von 824^{mm}, ist aus 145^{mm} hohem, 40^{mm} dickem, hochkantigem Tannenholze an den Ecken zusammen gezinkt und mit doppelten Winkeln aus Bandeisen verstärkt, alle übrigen Verbindungen (Eckstreben und mittlere Querverbindung, letztere mit Schwalbenschwanz) sind genagelt. Die gusseisernen Achslager sind mittelst 4 durchgehender Schraubenbolzen an den auf 65^{mm} verstärkten Lagerstellen des Rahmens angeschraubt, und die Achse ist durch den mit Knopfriemen versicherten Stift *e* verhindert, das Lager beim Ausheben des Wagens zu verlassen. Die schmiedeeisernen 26^{mm} starken Achsen haben zwischen Radnabe und Lager einen aufgeschweissten Bund von 23^{mm} Breite und sind nur an den Naben- und Lagerstellen etwas abgedreht und im Uebrigen roh.

Auf diese einfachen Wagen werden grosse Weidenkörbe gestellt und in denselben der zu transportirende Torf aufgehäuft; nachdem die Wagen durch Schieben aus der Hand in schnellen Gang gebracht, setzt sich der schiebende Arbeiter auf eine freie Wagenecke und hilft nur von Zeit zu Zeit durch Treten mit den Füssen gegen die Erde nach, um den Wagen im schnellen Laufe zu erhalten.

Literatur-Nachweis.

Exner, Dr. W. F., Das moderne Transportwesen im Dienste der Land- und Forstwirthschaft. Für Agricultur- und Forstingenieure, Eisenbahnbauer und Industrielle. Mit 1 Atlas von 15 Foliotaf. Weimar 1877.

— Lo Presti's Eisenbahnsystem. Oesterr. Monatsschrift für Forstwesen 1869, p. 233 und 251. Organ für Eisenbahnwesen 1870, p. 39.

Fell's schmalspurige schwebende Bahn. Uhland's Maschinen-Constructeur 1873, p. 128.

Glaser, F. C., und Morandière, J., Ueber Local-Eisenbahnen. (System Larmanjat und Goudal und St. Pierre). Organ f. Eisenbahnwesen 1870, p. 93.

Haddan's Einschienenbahn. Stummer's Ingenieur 1874, p. 232.

Holzbahnen. Engineering 1872; Organ 1873, p. 29.

Liarsky's Frachtenträger »Grusokat«. Organ f. Eisenbahnwesen 1873, p. 62 und Rźiha, Eisenbahn-Unter- und Oberbau. 1. Bd., p. 286. Zeitschr. des Ver. deutsch. Ingen. 1873, p. 215.

Rźiha, Franz, Maschinelle Förderung aus dem Voreinschnitte des Żiżka Berg-Tunnels bei Prag. Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur- und Architecten-Vereins 1874.

Le Roy-Stone's Einschienen-Bahn. Dingler's polyt. Journal 1876. 2. Heft.

Salinenbahn zu Hall und Ischl. Rźiha, Eisenbahn-Unter- und Oberbau. 1. Bd., p. 285.

Steckel's Fördersystem. Rźiha Eisenbahn-Unter- und Oberbau. 1. Bd., p. 287.

Hölzerne Schienenbahnen. Engineering 1873, p. 71. Hannov. Organ 1873, p. 158.

Thonförderung auf schiefer Ebene mittelst Kette ohne Ende, auf der Ziegelei der Gebrüder Ramdohr in Aschersleben. Dingler's polyt. Journel. 215. Bd., p. 409.

Transportable Hülfsbahn (System Decauville). Stummer's Ingenieur 1877, Nr. 126—128, von 1877, p. 105 u. 356. Dingler's polyt. Journ. 227. 227. Bd., p. 310.

Transportable schmalspurige Feldbahn (System Corbin) Rźiha, Eisenbahn-Unter- und Oberbau. 1. Bd., p. 289.

VI. Capitel.

Schwebende Draht- und Seilbahnen.

Bearbeitet von

Ladislav Vojáček,

Ingenieur in Prag.

(Hierzu Tafel LXXXII bis LXXXVII und 32 Holzschnitte.)

---

§ 1. Einleitung. — Seit uralten Zeiten benutzte man gespannte Seile, um kleine Lasten über Schluchten zu fördern, und unsere modernen Drahtseilbahnen entwickelten sich aus diesen ursprünglichen Seilriesen, hauptsächlich zufolge des besseren Materials und der besseren Motore, welche wir heutzutage besitzen; hierdurch ist denn auch die fachmännische Ausbildung dieser neuen Transportmittel veranlasst.

In der kaiserlichen Hofbibliothek zu Wien befindet sich (Handschriften-Catalog, Cod. Nr. 3069) ein Feuerwerksbuch vom Jahre 1411 [1]), in welchem eine Seilbahn abgebildet ist.

Die oft erwähnte Drahtseilbahn, welche der Holländer Adam Wyce vor mehr als zwei Jahrhunderten beim Festungsbau in Danzig anwendete und »vermittelst welcher der sogenannte Bischoffsberg um ein grosses abgetragen, und die Erde in freier Luft, erstlich den Berg hinab, ferner über einen Fluss, über ein Stück Anger und Land, dann über den breiten Stadtgraben, und endlich auf den Wall hinauf geschafft worden«, scheint uns ein Beweis zu sein, dass diese Transportweise ebenso bekannt war, wie alle anderen, schon im Mittelalter verwendeten Beförderungsmittel, mit dem Unterschied jedoch, dass ihre Anwendung naturgemäss sehr beschränkt war.

Die Drahtseile kamen in den dreissiger Jahren zuerst in Anwendung, und damit wurden auch unsere modernen Drahtseilbahnen ermöglicht. Es steht fest, dass die Seil- und selbst Drahtseilbahnen viele Erfinder haben, und es ist nicht unsere Sache, zu untersuchen, welche unter den uns mehr oder weniger bekannten Namen die meisten Verdienste tragen.

Im weiteren Sinne des Wortes versteht man unter Seilbahnen alle solche Bahnen, bei denen das Seil als wesentlicher Bestandtheil vorkommt, wobei es aber noch unbestimmt bleibt, ob dasselbe das Gleis bilden muss. Es sei uns daher gestattet,

---

[1]) Wochenschrift des österr. Ing. u. Archit.-Vereins 1877, Nr. 51; Mittheilung des Herrn Ober-Ingenieurs F. Říha.

den hier zu behandelnden Stoff noch näher zu begrenzen. Wir wollen an diesem Orte als schwebende Draht- und Seilbahnen alle solche Bahnen behandeln, bei denen ein oder mehrere Seile oder Drähte als Gleis benutzt werden, und bei welchen die zu fördernde Last entweder durch ihr Eigengewicht bewegt, oder mittelst anderer Seile gezogen wird. Das Zugseil ist entweder ein sogenanntes endloses, und der Betrieb geschieht continuirlich, indem an einer Seite die Wagen in der einen, und auf der anderen in der entgegengesetzten Richtung bewegt werden. Im anderen Falle geschieht die Bewegung nur in einer Richtung, und für die entgegengesetzte Richtung muss entweder ein anderes Seilende benutzt werden, oder die Bewegung geschieht mittelst des Eigengewichtes. — Ein anderer Unterschied besteht bei den Bahnen mit continuirlichem Betrieb schliesslich darin, dass das Zugseil entweder zugleich die Schiene bildet, oder dass besondere Zug- und besondere Tragseile angebracht werden.

Seilbahnen, welche feste Schienengleise besitzen, sind im IV. Capitel, 5. Abthlg. und im V. Capitel, § 1 dieses Werkes beschrieben.

Bei Constructionen, welche in ihrer Art so einfach und, im Allgemeinen, auch so alt sind wie Seilbahnen, wird es schwer halten, Prioritätsfragen zu entscheiden, indem auch in den meisten Fällen die Ausführung nicht vom ursprünglichen Erfinder bewirkt wurde. Deshalb wollen wir in dieser Abhandlung die historische Reihenfolge nicht streng einhalten und werden den Gegenstand mehr vom constructiven Standpunkt behandeln, indem wir von den einfachsten Seil- und Drahtbahnen, nämlich den Schweizerischen Riesen und den v. Dücker'schen Constructionen ausgehend, zu den complicirteren Systemen von Hodgson, Bleichert, Müller etc. übergehen.

§ 2. Seil- und Draht-Riesen. — Die einfachsten Seil- und Drahtbahnen sind die sogenannten Seil- oder Draht-Riesen, mit denen Holz, Steine etc. von erhöhten Punkten mittelst ihres Eigengewichtes an gespannten Seilen, oder auch Drähten, herunter geschafft werden.

Als Urheber dieses Systems, speciell zum Holztransport, in seiner jetzigen Entwickelung, werden die Schweizerischen Förster Frankenhauser und Strübin genannt, und sollen dergleichen Bahnen zuerst in der Schweiz und in Savoyen zur Ausführung gekommen sein.[2]) Es soll Herr König in Trubach eine solche Bahn zum Transport von Stämmen über das Trubachthal hinweg von einem steilen Hang zu seiner Säge verwendet haben. Die Länge des aus 36 Drähten bestehenden Seiles von 25^{mm} Durchmesser betrug 950 Met. In einem Einschnitt des bewaldeten Felskammes, welcher sich der Säge gegenüber der Trub entlang zog, ungefähr 150 Met. über der Thalsohle und 600 Met. von jener Säge entfernt, befand sich die Ausgangstation der Drahtseilriese, zu welcher aus dem rückwärts gelegenen Walde die Baumstämme vermittelst Rollbahnwagen bis unter das Drahtseil vorgeschoben werden konnten. Dasselbe war über einer mit zwei Füssen seitwärts in den Hang eingerammten Bank gespannt, die so gespreizt war, dass die Last ungehindert zwischen den Füssen durchpassiren konnte. Durch mehrfaches Umschlingen um verschiedene stehende Stämme und Stöcke war das Ende des Seiles stark befestigt. Auf der unteren, bei der Säge liegenden Station war das Seil über eine wohlbefestigte horizontale Walze einer Winde geschlungen und konnte mit Hülfe einer entsprechenden Uebersetzung gespannt werden.

---

[2]) Die Drahtseilriese, von F. Frankenhauser, Bern, Zent und Reinert, nach welcher Broschüre wir auch unsere Mittheilung wiedergeben. Die Namen der Savoyischen Constructeure sind uns nicht bekannt.

Zum Zwecke der Regulirung der Schnelligkeit der über 1000 Kilogr. wiegenden Stämme befand sich bei der oberen Station eine senkrechte, sich zwischen Stützen drehende Walze. Ueber diese Walze lief ein leichtes Drahtseil, welches mit einem Ende an dem mittelst Rollen zu transportirenden Stamm befestigt wurde, während am anderen Ende die leeren Rollen durch das Gewicht der herunterfahrenden Lasten hinauf befördert wurden, und zwar an einem dünneren Drahtseil, welches neben das Gleisseil gespannt wurde. An die verticale Frictionswalze wurden zwei Windflügel befestigt, welche durch ihre Schwere anfänglich vertical hingen, sich aber bei der Bewegung öffneten und so den Gang regulirten, eine Einrichtung, welche bei den sogenannten Bremsbergen öfters in Anwendung kommt. Diese Walze wurde ausserdem mit einem Bremshebel versehen. Die Drahtseile wurden durch Rollen unterstützt.

Die oben erwähnte Savoyische Seilriese soll sich von der Schweizerischen in Trubach dadurch unterschieden haben, dass dort zwei parallele Gleisseile in 3 Meter Entfernung von einander gespannt waren, so dass abwechselnd das eine zum Herunterfahren des Holzes mittelst Rollen und das andere zum Herauffahren der leeren Rollen benutzt werden konnte. Diese Seilbahnen waren 1200 Met. lang und unter einem Winkel von 27°—34° geneigt. Die das Gleis bildenden Drahtseile hatten 21^{mm} im Durchmesser und bestanden aus 6 Bündeln zu je 7 Drähten von $2{,}7^{mm}$ Durchm. Stützen mit Führungsrollen waren in Entfernungen von 70 bis 80 Met. von einander angebracht. Die Drahtseile wurden oben und unten mittelst Wellbäumen gespannt. Am Fusse dieser Drahtseilbahn befanden sich zwei horizontale drehbare Walzen aus Holz, über welche das Zugseil geschlungen war. Ueber diesen Walzen wurde eine $2^{m},3$ lange verticale Holzwalze mit zwei Trommeln von 3 Met. Durchmesser drehbar in einem festen Gestelle angebracht. Die eine Trommel wurde gebremst und über die andere war ebenfalls das Zugseil geschlungen, so dass auf diese Art eine Hemmvorrichtung gebildet wurde. Das eine Ende dieses Zugseils wurde am herabgehenden und das andere am heraufgehenden Rollenpaar angehängt. Die herunterfahrende Last musste, um das Zug- und Hemmseil zu bewegen und die leeren Rollen hinaufzubefördern, ein Gewicht von wenigstens 600 Kilogr. besitzen, durfte aber andererseits nicht über 1000 Kilogr. wiegen. Das zu diesem Transport geeignetste Gewicht betrug 700 bis 800 Kilogr., und es konnten damit Gegenstände von 80 bis 100 Kilogr. hinaufgezogen werden.

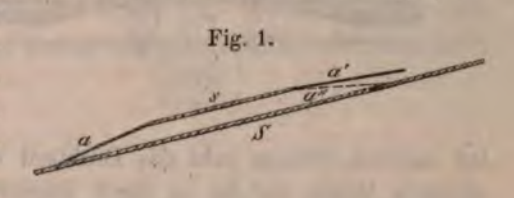
Die Auslagen für Holzschlag, Ausrüstung und Transport nach dem Depôt betrugen für 100 Wedel 7,20 bis 8 Mk., und für 1 Cubikm. Bauholz 4,80 bis 5,60 Mk., während die ersteren sich sonst auf 10,40 Mk., die letzteren aber auf 8 Mk. beliefen. Die Holzsortimente kamen überdies in besserem Zustand auf den Stapelplatz und wurden in Folge dessen bedeutend besser bezahlt.

Bei grösseren Längen würde das Eigengewicht der Baumstämme nicht mehr genügen, um das schwere Zugseil in gehörige Bewegung zu bringen. Dieser Grund und der Umstand, dass die oben beschriebene Savoyische Anlage wegen der doppelten Seilbahn unnöthig theuer zu stehen kam, bewog Herrn König, die Drahtseilriese im kleinen Schlierenthale, Kanton Unterwalden, welche im Jahre 1870 gebaut wurde, anders anzulegen. Diese Riese hatte 2100 Met. Länge und diente zur Ausnutzung des etwa 1300 Met. über Meeresspiegel gelegenen Finsterwaldes, welcher bis dahin nicht ausgenutzt werden konnte. Um unter diesen Umständen die erforderliche Leistungsfähigkeit zu erzielen, theilte man die ganze Strecke in zwei Hälften und errichtete in der Mitte eine Wechselstation. Oben befindet sich eine Bremse. Die Bahn der Riese besteht aus einem einzigen Drahtseile, auf dem zu gleicher Zeit die beladenen

Rollen hinunter und die leeren hinaufgleiten. Auf der Mittelstation werden sie durch daselbst angebrachte Arbeiter gewechselt, so dass sowohl die Ladung als das leere Rollenpaar den Weg fortsetzen kann. Zu diesem Zwecke nehmen die Arbeiter das leere (hinaufgehende) Rollenpaar vom Seile weg und setzen es oberhalb des beladenen wieder auf, worauf durch ein Hornsignal den Arbeitern an der Bremse das Zeichen zur Fortsetzung ihrer Arbeit gegeben wird. Zum Wechseln der Wagen in der Mitte ist ein einfaches Gerüst errichtet. Einige Leitern führen bis zum Drahtseil.

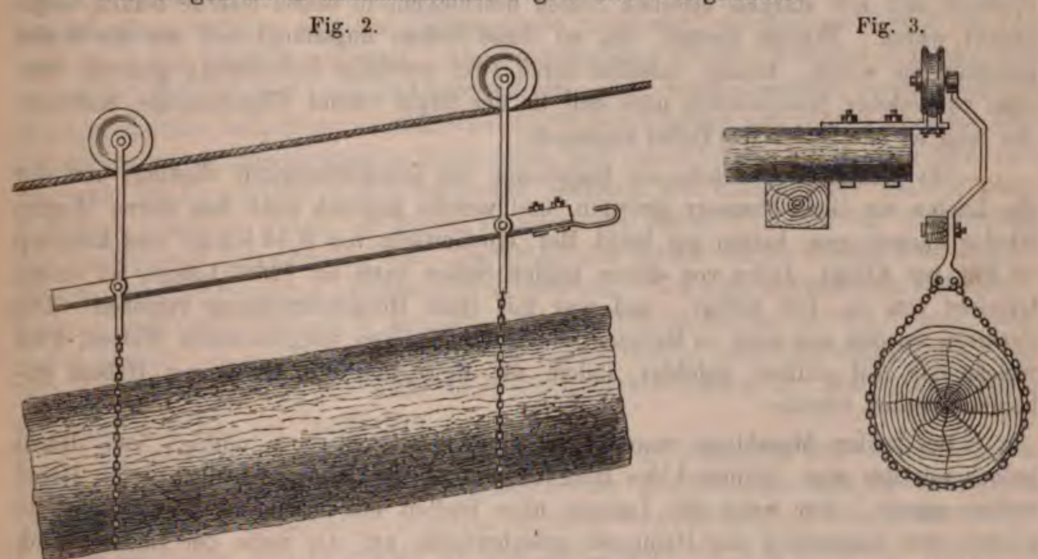
Dieses Spiel an der Mittelstation kann auch selbstthätig eingerichtet werden, wenn man auf der Mittelstation über dem Gleisseil S (siehe nebenstehende Figur) ein paralleles Seilstück s, von entsprechender Länge, einlegt und dieses mit zwei beweglichen Weichenzungen a und a' versieht. Dabei muss mittelst Federung oder Gegengewicht die untere Zunge a', wenn sie unbeladen ist, vom Hauptgleis S genügend abstehen, so dass ein von unten hinaufrollendes Rollenpaar freien Durchgang findet. Die Zunge a wird von diesem Rollenpaar leicht aufgehoben, während, weil sie sonst immer geschlossen liegt, die belasteten Rollen auf ihr und auf dem Nebenseil gleitend, die untere Zunge in die punktirte Lage a'', solange sie darauf laufen, herunterdrücken und dann ihren Weg auf dem Hauptseil fortsetzen.

Fig. 1.



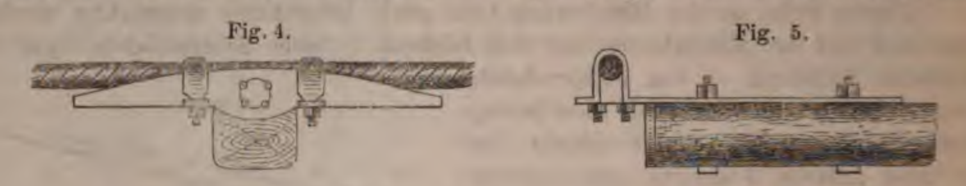
Der Wagen ist in nebenstehender Fig. 2 und 3 abgebildet.

Fig. 2. Fig. 3.



Zwei Rollen von ca. 280mm Durchmesser, welche mit ausgebogenen Hängeisen von 30mm auf 30mm versehen sind, wurden in einer Entfernung von ca. 3m von einander auf das 30mm starke Seilgleis aufgelegt und der zu transportirende Stamm mittelst Ketten auf die Hängeisen befestigt. Damit das Ganze einen Wagen bildet, sind die Hängeisen mittelst einer ca. 3,4m langen Deichsel miteinander verbunden, an deren hinterem Ende ein Haken zum befestigen des Hemmseils angeschraubt ist. Das 30mm starke Drahtseil, welches das Gleis bildete, bestand aus 6 Bündeln zu je 6 Drähten, von je 3mm Dicke. Jedes Bündel war mit einer Hanfseele versehen. Das Gewicht betrug 2,5 Kilogr. per laufd. Met., und im Ganzen 5200 Kilogr. Ein Kilogr. kostete 56 Pfg.

Zum Tragen des Gleisseiles gebrauchte man Stützen verschiedener Constructionen, von welchen eine nachstehend in Fig. 4 u. 5 abgebildet ist. Ein solide befestigter horizontaler Balken trägt an seinem vorderen Ende ein mittelst starker Schrauben festgehaltenes bogenförmiges Stück Eisen von ca. 500mm Länge und 40mm Breite. Dasselbe ist oben mit einer Rinne von 30mm Breite versehen, in welche das Drahtseil zu liegen kommt. Zwei flache eiserne Bänder, welche unten mittelst Schrauben und Muttern angezogen werden, halten das Seil und das bogenförmige Eisenstück fest zusammen.


Fig. 4. Fig. 5.

Bei anderen Stützen ruht das Drahtseil einfach auf dem Rande einer ca. 1m langen eichenen Bohle, auf der es durch Bänder befestigt ist.

Rollen eignen sich in diesem Falle durchaus nicht zum Tragen des Seiles, indem es beim Riesen zu stark geschleudert wird.

Das obere Ende des Gleisseiles wurde an Baumstämmen befestigt und das untere Ende auf eine an zwei Bäumen befestigte horizontale Walze von 1,2m Länge und 0,5m Durchmesser aufgerollt. Diese Walze war um eine 60mm starke eiserne Achse drehbar und mit starken eisernen Reifen beschlagen, in denen eiserne Haken angebracht waren. Mittelst Ketten, die an diese Haken angehängt und um die Walze geschlungen waren, konnte dieselbe durch zwei mächtige Hebebäume gedreht werden, zu welcher Manipulation man sich in der Regel zweier Flaschenzüge bediente, die man an den Enden der Hebel anspannte.

Die Hemmseile, welche zur Regulirung der Geschwindigkeit dienten, mit der die Lasten am Gleis hinunter gleiteten, und welche zugleich auch den leeren Wagen wieder heraufzogen, hatten per laufd. Met. ein Gewicht von 0,16 Kilogr. und kosteten 40 Pfg. per Kilogr. Jedes von diesen beiden Seilen hatte ca. 1200m Länge, bei einem Gewicht von ca. 190 Kilogr., und war mit einer Bremsvorrichtung versehen. Die Bremsen wurden aus zwei in Rahmen von soliden Balken festgehaltenen Walzen, über welche das Seil gleitete, gebildet, indem die Bewegung mit Hülfe von Hebeln gehemmt werden konnte.

Bei beiden Maschinen waren zwei Mann zur Bedienung nöthig, von denen jedoch nur der eine, während des Hinuntergleitens der Last, fortwährend am Hebel stehen musste. Nur wenn die Ladung über Stellen mit besonders starkem Gefälle gleitete und namentlich das Hemmseil grösstentheils auf der Seite der Ladung sich befand, musste auch die zweite Rolle durch den anderen Arbeiter gehemmt werden.

Am besten konnte man eine Last von 600 Kilogr. transportiren, obwohl man bis zu 1000 Kilogr. schwere Baumstämme herunterschaffte. Bei Ladungen von weniger als 400 Kilogr. war die Last nicht schwer genug, um den leeren Wagen mit dem Hemmseil wieder hinauf zu ziehen.

Das Zugseil wurde durch hölzerne Wellen unterstützt, welche in ziemlich kurzen Zwischenräumen angebracht waren.

Was den Betrieb anbelangt, so waren zur Bedienung dieser Riese 11 Mann erforderlich, welche täglich 24 Mk. Lohn erhielten. Bei der oberen Station befanden sich 3 Mann, zwei zum Aufhängen des Holzes am Wagen und einer an der Brems-

vorrichtung, welcher nöthigenfalls noch von einem Arbeiter dieser Gruppe unterstützt werden konnte. Je zwei Mann waren nöthig an den beiden Orten, wo die Wagen auf dem Seile gewechselt wurden, und je zwei befanden sich bei der unteren Bremsstation am unteren Seilende. Ein Aufseher besorgte die Bewachung der ganzen Anlage sammt der hölzernen Rollbahn und der Holzerei-Arbeiten. Alle Reparaturen, und selbst das Zusammenflechten des gerissenen Drahtseils, konnten von den Arbeitern ausgeführt werden.

Auf dem Drahtseil konnten täglich 20 Lasten à 600 Kilogr. transportirt werden, also ca. 12000 Kilogr. oder 18 Cubikm. Holz. Man hat die Transportkosten per Cubikm. zu Mk. 2,16 angeschlagen.

Die grösste Spannweite des Gleisseiles betrug auf einer Stelle 540^{m}, bei einer Höhe von 80^{m}.

Zu den Riesen können wir auch alle die von Dücker'schen Draht- und Seilbahnen rechnen. Die ersten Versuche dieses um die Entwickelung solcher Transportmittel so verdienstvollen Ingenieurs datiren aus dem Jahre 1861 und wurden zu Bad Oeynhausen und zu Bochum ausgeführt.

Die Drahtbahn zu Osterode a/Harz [3]) wurde im Jahre 1871 gebaut und diente zum Gypstransport. Ein einziges Rundeisen von 26^{mm} Stärke und 447^{m} Länge wurde aus einzelnen Stücken auf der Feldschmiede zusammen geschweisst und 6 bis 12^{m} hoch über das Sösethal gespannt. Als Fördergefässe dienten hölzerne Kasten, von 1^{m} Länge, 420^{mm} Breite oben und 445^{mm} Breite unten, welche mittelst je zwei doppelspuriger darüber befindlicher Rollen von 314^{mm} Durchmesser aufgehängt wurden. Das Drahtgleis wurde durch einfache Holzgerüste in 6 bis 20^{m} Entfernung unterstützt und war oben im Gypsfelsen einfach verankert, während das untere Ende mittelst einer Erdwinde gespannt wurde, an deren Trommel ein Stück Drahtseil als Fortsetzung des Drahtgleises aufgewunden war. Zwischen den beiden letzten Stützen hing ausserdem ein aus Steinbelastung gebildetes Spanngewicht. Die Wagen erhielten bis 250 Kilogr. Ladung und liefen von selbst herunter. Mit dem letzten Wagen lief ein dünner Hanfstrick hinüber, an welchem die entleerten Gefässe wieder hinaufgezogen wurden. Die Höhendifferenz zwischen der Lade- und Entladestelle betrug 6^{m}. Die Anlagekosten betrugen 5,61 Mk. per laufd. Met.

Im Jahre 1872 hatte Herr v. Dücker eine doppelspurige 200^{m} lange Seilbahn zu Metz aufgestellt, welche 50^{m} Steigung besass und mittelst einer zehnpferdigen Maschine continuirlich arbeitete; es waren immer 26 bis 30 beladene Wagen à 250 Kilogr. Ladung im Gange, und es wurden im max. 250 Tonnen per Tag gefördert. Die ganze Anlage kostete 60000 Mk.

Zeichnungen des v. Dücker'schen Systemes sind auf Taf. LXXXII, Fig. 13 bis 19 (nach dem Weltausstellungs-Berichte des Herrn F. Ržiha, I. Bd. p. 280) gegeben.

Fig. 17 zeigt eine Transportbahn, deren Wagen (Fig. 18 u. 19) denjenigen von den oben beschriebenen Holzriesen ähnlich sind. Das Rollengehänge ist abgebogen und mittelst einer Deichsel verbunden, und so auf dem endlosen Treibseil mittelst eines Dornes aufgesteckt, dass es sich leicht ein- und aushängen lässt, um von dem Treibseil

---

[3]) Siehe u. a. Organ, 1872.

entweder mitgenommen zu werden, oder zum Stillstand zu kommen. Fig. 15 u. 16 zeigt ein Project zum Personentransport; und dass diese Einrichtung für eine sehr geringe Frequenz unter Umständen passen kann, beweisen verschiedene zu ähnlichen Transporten bei verschiedenen Anlagen ausgeführte Seilbahnen, beispielweise das Seilbahntraject bei der bekannten Turbinenanlage in Schaffhausen in der Schweiz, welches, wenn wir nicht irren, sogar schon älter ist, als die Ausführungen des Herrn v. Dücker. Die Bahn zu Schaffhausen ist jedoch horizontal, und selbstverständlich müssten bei Gefällen gute Fangvorrichtungen vorhanden sein. Trotzdem liesse sich der Gefahr des Reissens des Seilgleises kaum vollständig ausweichen, und es müssten für alle Fälle Sicherheitsseile angebracht werden. — Fig. 14 zeigt einen Eisenbahnwagen mit Doppel-Seilgleis.

Von älteren Bahnen ähnlicher Bauart führen wir hier noch eine Drahtseilriese in Clear-Creek-County, Gebiet Colorado (Amerika), an, welche seit dem Jahre 1868 im Betrieb ist.[4]) Dieselbe ist von G. W. Cypher in Cambertville für ein dortiges Silberbergwerk erbaut und besteht aus 2 Seilen von 28^{mm} Durchmesser, welche auf eine Spurweite von $2^{m},13$ gespannt sind. Oben sind dieselben verankert und werden dann über einen $4^{m},17$ hohen Thurm hinweg in stark geneigter Lage in das Thal hinab geführt. An Stellen, welche am meisten vor Lavinen geschützt sind, wurden diese Gleisseile in Entfernungen von 76 bis 112^{m} gestützt. Die Stützen tragen gusseiserne Sättel, auf welchen die Gleis-Drahtseile so aufliegen, dass die Rollen, mittelst welcher die kleinen Förderwagen auf diesem Gleis laufen, beim Passiren nicht behindert werden. Am unteren Bahnende sind beide Gleisseile mittelst Keilen befestigt. Man wollte durch Nachtreiben dieser Keile die Seilspannung reguliren, was wahrscheinlich in diesem Fall nicht ausreichend war. Die Drahtseile sind dort an einem eisernen Querträger, der auf einem $9^{m},14$ hohen Thurm ruht, verankert, und dieser Thurm ist durch 2 Spannseile, welche nach einem grossen, mit Steinen gefüllten Holzgerüste abwärts führen, vor Umsturz gesichert. — Die 8—10 metrische Centner Erze fassenden Wagenkasten sind ganz aus Eisenblech hergestellt und hängen an je zwei Rollen von 330^{mm} Durchmesser, deren Abstand von Mitte zu Mitte $2^{m},74$ beträgt. Die zum Aufhängen des Wagenkastens dienenden Hängeisen sind ungleich lang, damit der auf der stark geneigten Drahtseilbahn gleitende Wagen stets horizontal bleibt, und es sind diese Hängeisen mittelst schmiedeiserner Röhrenkreuze versteift. Die beiden Gleise dienen abwechselnd zum Hinauf- und Herunterfahren, zu welchem Zwecke sich auf jedem ein Wagen befindet und diese beiden Wagen mittelst eines über eine oben befestigte Horizontalscheibe von $3,13^{m}$ Durchmesser geführtes Zugseil mit einander verbunden sind, so dass der beladene Wagen den leeren hinaufzieht. An der Horizontalscheibe, welche in dem oberen Thurm liegt, ist das Zugseil mit Hülfe einiger Spannrollen gekreuzt, und lässt sich dieselbe mittelst einer Handbremse bremsen. Die beiden Wagenkasten sind ausserdem durch ein Spannseil auch auf der unteren Seite mit einander verbunden. Dasselbe ist über eine im unteren Thurm in besonderen Gleitrahmen angebrachte Spannrolle geschlungen. Durch diese Anordnung werden die Schwankungen des schwer beladenen Erzwagens bedeutend vermindert. Die beiden Laufseile, nämlich das oben gelegene Zugseil und das unten gelegene Spannseil, wurden durch längs der Bahn angebrachte Rollen getragen.

---

[4]) Im Organ 1872, p. 29 nach Engineering 1871, Mai.

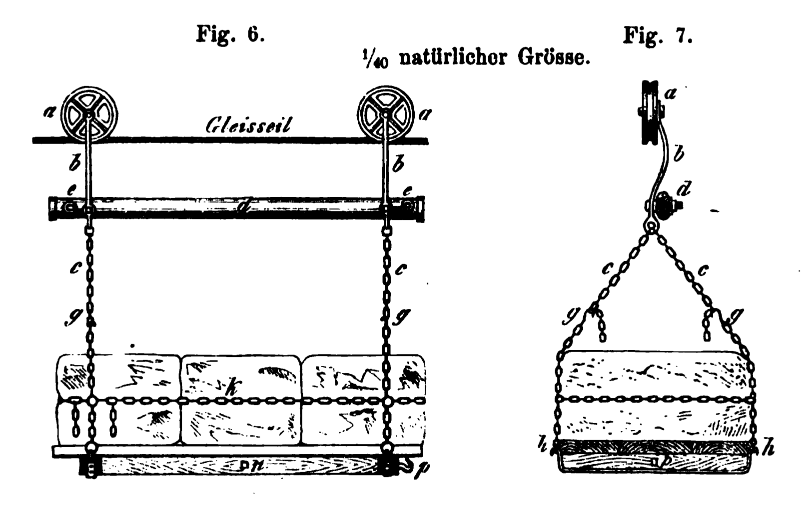
Ein etwas complicirtes, aber wohl durchdachtes Beispiel einer Drahtseilriese aus neuer Zeit giebt die schwebende Bahn bei Minden, welche Herr Baumeister Mölle construirt und ausgeführt hat.[5] Diese Bahn dient zum Steintransport der beim Dorfe Häverstadt bei Minden gelegenen Steinbrüche und führt von denselben an das ca. 1200^m entfernte Weserufer, an welchem Lagerplätze errichtet sind, so dass man die Steine entweder auf der Weser verschiffen, oder per Achse auf der Strasse weiter fahren kann. Die Steinbrüche befinden sich zwar in einer Höhe von 140 bis 150^m über dem Niveau der Weser; ein directes Riesen ist aber dennoch nicht thunlich, indem ein Bergrücken von 183^m Höhe (über dem Weserniveau) zuerst überschritten werden muss.

Das Profil und die Situation dieser Steinriese ist aus Fig. 1 u. 2, Taf. LXXXII ersichtlich. Auf der ganzen Seilbahnstrecke von A bis F sind zwei parallele Seilgleise in 1,3^m Entfernung gespannt, während die Förderung bis A und von F weiter mittelst Rollbahnen bewirkt wird.

Das östliche Seilgleis ist stärker und dient zum Fahren von beladenen Wagen, während auf dem westlichen Gleis, welches schwächer gehalten ist, die leeren Wagen zurück gezogen werden. Die Strecke $A\,F$ besteht aus drei Seilbahnen, von denen die beiden ersten, nämlich von A bis Bremse I und von da an bis Bremse II, durch Vermittelung der Brems- und Kuppelvorrichtung in I miteinander arbeiten können, so dass die an der zweiten Strecke herabfahrende Last eine andere entsprechende Last von A bis zur Bremse I hinaufschleppt.

Die Hängewagen, in denen ausschliesslich Bruch- und Quadersteine gefördert werden, sind in nachstehenden Fig. 6 u. 7 abgebildet und bestehen aus dem eigentlichen zweirädrigen Rollwagen, auf welchen die 2^m langen und 1^m breiten Bohlen-

Fig. 6. Fig. 7.
1/40 natürlicher Grösse.



tafeln, welche zur Aufnahme der Last dienen, mittelst Ketten hängen. Die beiden Hängeisen b, welche an den Rollenzapfen befestigt sind, werden mittelst einer 2^m langen Deichsel d verbunden, und an den Verbindungsstellen befinden sich die zum Einhängen eingerichteten Zughaken e, so dass sie durch die Deichsel geschützt sind.

[5]) Schwebende Bahn bei Minden, zum Steintransport über den Rücken des Wesergebirges bis zum Weserufer, dargestellt vom Erbauer W. Mölle, Baumeister. Leipzig, G. Knapp, Verlagsbuchhandlung. 1877.

An den Hängeisen sind Ketten c angeschweisst, in welche sich der Tragkasten mittelst anderer Ketten einhängen lässt. Die äusseren Rahmen dieses Tragkastens sind mit Eisen beschlagen, welches in vier Haken l ausläuft. Diese Haken dienen zum Aufhängen des Tragkastens n auf den Rollenwagen.

Zum Einhängen des Zugseiles in die Zughaken dient die nebenstehend abgebildete Einrichtung.

Fig. 8.
1/10 natürlicher Grösse.

Ein Seilwagen wiegt 200 Kilogr. und bekommt 1050 Kilogr. Belastung, obwohl die ganze Anlage für 1250 Kilogr. berechnet wurde. Eine Last, deren Gewicht eine Tonne bedeutend übersteigt, zieht nämlich das Seil bei Station 444 (Taf. LXXXII, Fig. 1) derart herunter, dass seine Steigung nicht mehr hinreicht, damit der herunterfahrende beladene Wagen einen leeren hinaufzieht, während wieder eine kleinere Ladung nicht genügt, um von C gegen D herunterfahrend, einen beladenen Wagen von A aus hinauf zu ziehen.

Die Seilgleise werden durch entsprechend angehängte Gewichtskasten gespannt, während die Zugseile mittelst besonderer Bremsvorrichtungen gehandhabt werden. Dieselben sind in ihrer einfachen Form aus zwei über einander befindlichen Seilscheiben gebildet, über welche das Zugseil in der aus der nebenstehenden Skizze ersichtlichen Weise geschlagen ist; die Welle der unteren Seilscheibe enthält zugleich eine Bremse und ein Zahnrad, in welches ein mit einer Kurbel versehenes kleines Getriebe eingreift. Mittelst dieser Vorrichtung kann man sowohl die Bewegung hemmen, im Falle der Ueberschuss der bewegenden Kraft zu gross sein sollte, oder man kann, im umgekehrten Falle, mittelst der Kurbel nachhelfen. Am herunter fahrenden Zugseilende wird der beladene und am beladenen der leere Wagen angehängt. Eine derartige Bremsvorrichtung steht bei Station 543 (Taf. LXXXII, Fig. 5 u. 6).

Fig. 9.

Die Bremsvorrichtung bei Station 45 hat dagegen eine complicirtere Aufgabe. Es sind daselbst zwei unter einem stumpfen Winkel sich schneidende Bewegungen derart zu verbinden, dass eine von C gegen D herunter fahrende Ladung, ausserdem, dass sie einen leeren Seilwagen von D gegen C hinaufzieht, zeitweise und nach Bedarf die für das Zugseil $A'C$ bestimmten Seilscheiben mit einer Geschwindigkeit in Bewegung setzt, welche die Hälfte ihrer eigenen Geschwindigkeit beträgt. Beide Scheibenvorrichtungen müssen daher beliebig verkuppelt und gelöst werden können, was mittelst eines durch einen Hebel verschiebbaren conischen Getriebes, dessen Uebersetzungsverhältniss 1 : 2 beträgt, erzielt wird. Die Achsen der conischen Räder sind senkrecht zu den Ebenen der Seilscheiben, also auch zu den an diesem Orte sich schneidenden Richtungen der beiden Seilbahnstrecken.

Im Uebrigen besteht diese combinirte Brems- und Seilscheiben-Vorrichtung aus zwei einfachen unter dem entsprechenden Winkel am gemeinschaftlichen Gerüste zu einander gestellten Vorrichtungen der oben beschriebenen Art, welche nur eine Bremse und eine Kurbel zum Nachhelfen besitzen. Die beiden dem Seilzug zwischen A u. C gehörenden Seilscheiben sind grösser, als die beiden anderen, und sind mittelst Zahnräder mit einander derart verbunden, dass sie sich stets miteinander bewegen müssen, wodurch die Seilreibung an der getriebenen Scheibe vollständig ausgenutzt wird. Diese Einrichtung ist Fig. 7 u. 8, Taf. LXXXII abgebildet.

Die Construction der Stützen und Böcke, welche die Spanngewichte der Seilgleise halten, sind aus den Fig. 3 u. 4 und 9—12, Taf. LXXXII genügend zu ersehen; wir machen nur auf einige Details aufmerksam. Bei der Stütze in Station — 148,6 ist ein horizontales Verbindungsstück in *e* angebracht, welches den auf der Rollbahn zurückprallenden Wagen zugleich als Buffer dient. — Bei den Stützen Stat. —61,5 + 31 und + 588,5 befindet sich am Ende des Gleisseiles ein Wirbel *p*, mittelst dessen das Seil, wenn die Drähte schon abgenutzt werden, ein wenig gedreht werden könnte, um frische Laufflächen zu bieten.

Die Unterbrechungen der drei verschiedenen Seilbahnstrecken wurden mit festen, ebenfalls von Böcken getragenen Schienengleisen ausgefüllt, deren Schiene aus Rundeisen besteht und in der nebenstehend abgebildeten Weise gelagert ist. Auf diesen Zwischengleisen werden die Rollenwagen bis zur nächsten Seilbahnstrecke fortgeschoben.

Fig. 10.

Zur Führung der Zugseile dienen 1^{m} lange Eichenwalzen von 15 bis 20^{cm} Durchmesser. Der Umstand, dass der volle Wagen auf dem östlichen, der leere hingegen auf dem in 1,3 Meter Entfernung parallel gelegenen westlichen Gleis läuft, dass daher nach vollendeter Tour, das betreffende Zugseil, welches unter dem östlichen Gleis herunter kam, sofort unter dem westlichen Gleis den Rückweg machen soll, erfordert die aus nebenstehender Skizze ersichtliche Anordnung der Walzen. Zu diesem Zwecke sind die Walzen ein wenig schräg zur Richtung des Zugseiles gestellt, und die westlichen Walzen liegen ein wenig tiefer als die östlichen, so dass, wenn der Zug von Norden nach Süden geht, das Seil sich von selbst auf die östlichen Walzen aufschiebt, während bei der umgekehrten Bewegungsrichtung die westlichen Walzen von ihm eingenommen werden.

Fig. 11. Ansicht.

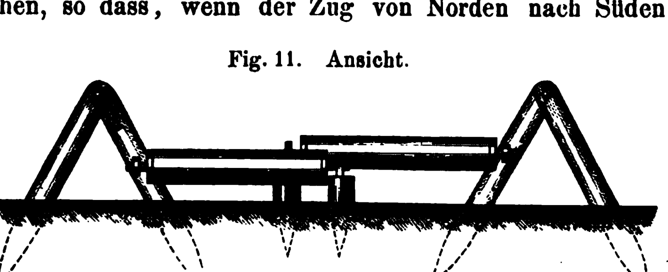


Fig. 12. Grundriss.

Süden

Die Bewegung geschieht nun nach folgender Ordnung: Das zum Herabschweben bestimmte Material wird an gewöhnlichen Rollbahnwagen in die oben beschriebenen und abgebildeten Holzkästen der Seilwagen geladen, wobei man bei Bruchsteinen noch Seitenbretter anwendet. Diese Ladung wird bis unter das östliche Seilgleis geschoben, um den beladenen Holzkasten mittelst der daran befindlichen Haken *l* an ein am Seilgleis bereit hängendes Rollenpaar aufzuketten. Dasselbe hängt an diesem Orte nur 1^{m},8 über der Rollbahn. Mittelst einer leichten Erdwinde, die von 2 Mann bedient wird, muss nun der Holzkasten bei dem Haken *p*

(Fig. 6, p. 551) gefasst und rückwärts gezogen werden, wodurch er auf dem Seilgleis in die Höhe rollt und von selbst zum Schweben kommt, so dass der frei gewordene Rollbahnwagen fortgeschafft werden kann. Wenn auf diese Weise ca. 10 Wagen aufgehängt sind, so ist das Seilgleis an dieser Stelle beinahe horizontal und wird durch diese Belastung so weit heruntergezogen, dass die Holzkästen bis an das Rollbahngleis reichen, während die Rollen durch die Seilspannung noch genügend gehalten werden.

Beim richtigen Gange befinden sich nach jeder Pause die Seilwagen an folgenden Stellen: Am stärkeren Seilgleis hängt ein voller Wagen am Gebirgsrücken, und ein voller bei Stat. 565. Auf dem westlich gelegenen schwächeren Gleis hängt bei den Stationen 768, 565 und am Gebirgsrücken je ein leerer Wagen. Dabei ist die Bedienung folgendermaassen vertheilt: Zwei Mann empfangen im Steinbruch die anlangenden leeren Wagen und befestigen ausserdem das Zugseil an den nächst zum Fahren bereit hängenden beladenen Wagen. Auf dem Gebirgsrücken sind fünf Arbeiter. Dieselben empfangen die von beiden Seiten ankommenden beladenen Wagen und schaffen sie auf der fast schwebenden Bahn bis zur folgenden Seilbahnstrecke, wechseln die Zugseile und bedienen die Brems- und Seilscheiben-Vorrichtung *I*. Ausserdem befinden sich je zwei Arbeiter an der Brems- und Seilscheiben-Vorrichtung *II* (Stat. 543), sowie im Thale zum Empfang der Ladungen und Abfertigung der hinauf zu ziehenden leeren Seilwagen. Andere zwei Arbeiter schieben die beladenen Rollbahnwagen bis an die Weser, während zwei andere gleichzeitig die leeren Wagen zum Seilgleis zurückschieben. Im Ganzen beträgt daher diese Bedienungsmannschaft 15 Posten, welche während des ganzen Tages behalten werden müssen.

Die sämmtlichen an den Zugseilen angehängten Wagen müssen auf ein gegebenes Zeichen zu gleicher Zeit in Bewegung versetzt werden. Wenn nun der erste beladene Wagen bei der Brems- und Seilscheiben-Vorrichtung (und zu gleicher Zeit ein leerer Wagen am Steinbruch), anlangt, so hat der beladene Wagen an der Bahn *CD* schon den doppelten Weg gemacht, befindet sich jedoch erst in der Mitte dieser Strecke. In dieser Lage wird der letztere Wagen mittelst der Bremse bei *I* festgehalten, und es wird die Kuppelung, welche die beiden hier angebrachten Zugseile zusammen arbeiten macht, gelöst, so dass der besagte Wagen seinen Weg bis zu der Brems- und Seilscheiben-Vorrichtung bei *II* fortsetzen kann und seinen leeren Wagen bis zur Brems- und Seilscheiben-Vorrichtung *I* hinaufzieht. Inzwischen müssen die Arbeiter bei *A* die angelangten leeren Wagen durch beladene ersetzen, und für den Fall, dass die Zeit, welche bis zum Anhängen des von *D C* anlangenden leeren Wagen verstreicht, nicht genügen sollte, halten sie den oben erwähnten Vorrath von 10 beladenen Wagen bereit.

Wenn schliesslich der Seilwagen am Fusse der Seilbahn angelangt ist, so schieben die dort befindlichen beiden Arbeiter den zur Weiterbeförderung auf der Rollbahn bestimmten Rollbahnwagen bis unter den Seilwagen, welcher hier so tief herunterhängt, dass er den vorgeschobenen Wagen berührt. Es werden beide Wagen zusammen vorgeschoben, bis die Ladung auf dem Rollbahnwagen vollständig aufliegt und das Rollenpaar des Seilwagens losgemacht werden kann. Dasselbe wird auf das Leerseil übersetzt und mit einem entleerten Wagen belastet, um mit der nächst am letzten Seilbahnstrang herunter zu riesenden Ladung wieder hinauf gezogen zu werden. Bei Brems- und Seilscheiben-Vorrichtung *II* angelangt, wird er von den dort postirten beiden Arbeitern ausgehängt und wird an das Leerseil der mittleren Seilbahnstrecke angehängt, wo er mit dem nächsten an diese Strecke herunterfahrenden vollen Wagen bis zur Brems- und Seilscheiben-Vorrichtung *I* hinaufgezogen und dort wieder gewechselt

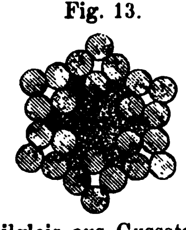
ird, um schliesslich bis zum Ausgangspunkte *A* gleichzeitig mit den von dort hinıfgezogenen vollen Wagen gebracht zu werden. In dieser Weise wiederholt sich das ›iel in Zeit von 6 bis 7 Minuten, so dass stündlich 8 bis 10 Wagen vom Stein-uche bis an das Weserufer gefahren werden.

Die Selbstkosten dieser Anlage giebt Herr Mölle auf 19,000 Mk. an und be-chnet, mit Voraussetzung eines vollen Betriebs, die Förderkosten eines Cubikmet. uader auf 0,953 Mk. und diejenigen eines Cubikmet. Bruchstein auf 0,590 Mk.

Bemerkenswerth ist die Methode, deren sich Herr Mölle zur Bestimmung ›r Seilverhältnisse bediente und auf welche wir weiter unten noch zurückkommen erden.

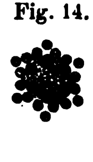
Die Drahtseile waren, wie folgt: Das Gleisseil für die belasteten Wagen war n Spiralseil aus 23 Gussstahldrähten von 4^{mm} Dicke, 23^{mm} Durchm., 25 Kilogr. Ge-icht per laufd. Met. Das Gleisseil für die leeren Wagen war ein Spiralseil vom ›sten Holzkohleneisen aus 18 Drähten von 4^{mm} Dicke und 1,85 Kilogr. Gewicht per ıufd. Met. Das Zugseil hatte 12,5^{mm} Durchm. und bestand aus 6 Litzen zu 4 Dräh-ın von 1,8^{mm} Dicke. Alle diese Drahtseile waren mit einer Hanfseele versehen. Das ıssstählerne Spiralseil musste jedoch bald ausgewechselt werden, indem einzelne elöste Löthstellen zu langen Abwickelungen der Drahtenden und somit zu öfteren etriebsstörungen Anlass gaben. Nach einjährigem Gebrauche waren auf dem langen

Fig. 13.



Seilgleis aus Gussstahl.

Fig. 14.



Zugseil.

Fig. 15.



Seilgleis aus Holzkohleneisen.

tahlseile von Station 31 bis 444,6 nach und nach 16 Löthstellen aufgesprungen. ›an hatte sich daher veranlasst gefunden, dieses Spiralseil durch Hinzufügen eines ıerundzwanzigsten Drahtes und durch Bildung von 6 Litzen zu 4 Drähten in ein in ›r nebenstehenden Figur abgebildetes Litzenseil umzuwandeln, bei welchem etwaige 'rahtbrüche keine langen Ablösungen der Drähte zur Folge haben konnten, indem ıe losen Enden durch die Litzendrehungen gehalten wurden.

§ 3. Drahtbahnen nach Charles Hodgson. — Das ursprüngliche englische atent von Charles Hodgson trägt die Bezeichnung A. D. 1868, July 20, Nr. 2281, ıd wir erlauben uns absichtlich diese Bemerkung, damit es jedem Interessenten er-ichtert sei, sich selber zu überzeugen, dass die in dieser Specification mitgetheilten bbildungen die Grundsätze der meisten seitdem gemachten und in verschiedenen ändern patentirten Verbesserungen bereits enthielten. Diese Skizzen sind jedoch so rimitiver Natur, dass sie heute, nach zehn Jahren, höchstens noch einen historischen 'erth haben. Die Specification lautet auf »eine Erfindung, welche darin besteht, dass an Mineralien und andere Lasten in geeigneten Gefässen mittelst eines zwischen vei festen Punkten gespannten Seiles derart in der Luft transportirt, dass dieses ›il in verschiedenen Zwischenpunkten unterstützt werden kann, ohne die mittelst ollen darüberfahrenden Wagen zu behindern, dass man weiter die Bewegung mittelst nes endlosen Seiles bewirken will und dass, in anderen Fällen, dieses endlose reibseil die Wagen allein mitführen und tragen soll.«

Der erste praktische Versuch, welchen der Erfinder in Richmond anstellte[6], bestand in einer kleinen durch ein Pferd betriebenen Seilbahn. Ueber zwei horizontale Trommeln wurde ein endloses Seil gespannt. Die Trommeln waren möglichst einfach an Holzgerüsten befestigt. Bald darauf hatte man eine solche Bahn in Bardon Hill, Leicestershire ausgeführt. Diese Anlage diente zum Steintransport zu einer Steinquetsche, behufs Schottergewinnung. Die Bahn war 4800^{m} lang, besass zwei Curven, beide unter 30 Grad, und wurde mittelst einer transportablen Dampfmaschine von 14 Pferdekräften betrieben, welche jedoch in der Regel mit 10 Pferdekräften gearbeitet hatte. Die Fördergefässe wurden aus Holzkasten von 685^{mm} (27 Zoll) Länge, 476^{mm} (19 Zoll) Breite, und 152^{mm} (6 Zoll) Tiefe gebildet und konnten 50 Kilogr. Steine fassen. Sie wurden mittelst zweier, behufs Ausweichung an den Seilstützen entsprechend ausgebogener Flacheisen getragen und hingen an dem Treibseil ursprünglich mittelst eines Sattels, welcher einfach aus einem Holzklotz von 355^{mm} (14 Zoll) Länge, 62^{mm} (2$\frac{1}{2}$ Zoll) Dicke und 98^{mm} (3$\frac{1}{2}$ Zoll) Breite gebildet wurde. Der Wagenkasten, die Hängeeisen und der Sattel bildeten ursprünglich ein starres System. Der Holzklotz bekam auf der unteren Seite eine keilförmige 50^{mm} (2 Zoll) tiefe Rinne, mittelst welcher er sich auf das Treibseil fest anklemmen konnte.

Bald fand man jedoch, dass diese Sattellagerung nicht genug Sicherheit bietet, und brachte zu beiden Seiten des Sattels Blechwangen an, um ein Herausspringen des Seiles zu verhindern.

Der Hauptübelstand dieser Einrichtung bestand aber in der unbeweglichen Verbindung des Sattels mit dem übrigen Wagen. Das Treib- und zugleich Gleisseil konnte nämlich keine gerade Linie bilden, sondern lauter Seilcurven, an welchen der Sattel entweder herunter oder hinauffahren musste, so dass er entweder auf dem vorderen Ende fuhr, oder vorn sich abhob, und daher leicht ein Stillstehen des Wagens vorkommen konnte. Man suchte diesen Nachtheil dadurch zu beseitigen, dass man den Wagen an einem am Sattelstück angebrachten Bolzen schwingen liess, so dass er sich besser den Seilcurven anschmiegen konnte, wodurch ein viel ruhigerer Gang erzielt wurde.

In dieser Richtung entwickelten sich die Hodgson'schen Seilbahnen weiter, und schon im Jahre 1872 waren 33 solche Bahnen für die verschiedensten industriellen Transporte ausgeführt; die längste war in Trubia, Spanien. Wegen der kleineren Anlagekosten scheint Hodgson und seine englischen Concurrenten die Vereinigung des Zugseiles und des Gleisseiles in ein einziges endloses Seil den übrigen in der ursprünglichen Patentnahme enthaltenen Dispositionen durchwegs vorgezogen zu haben. In Folge dessen wurden auch die Hängewagen viel kleiner gemacht als bei den oben besprochenen Riesen und bei denjenigen Seilbahnen mit continuirlichem Betrieb, bei welchen Gleis und Zugseil gesondert erscheinen.

An Ausweichstellen und beim Passiren starker Curven müssen die Sattelstücke das Seil verlassen und mit besonders angebrachten Rollen an geeigneten Schienen über diese Stellen herüberlaufen, eventuell herübergeschoben werden, bis sie wieder an das fortlaufende Seil gelangen und ihren Weg unbehindert fortsetzen können. Dieses Detail verursacht viele Schwierigkeiten, und wie man auch die Sache anordnen mag, so kann man eine Aenderung der gegenseitigen Lage des Stütz- und Schwerpunktes

[6] Diese und manche der folgenden Mittheilungen über Hodgson's System entnehmen wir einem Aufsatze des Herrn Hamilton Weldon Pendred in den Verhandlungen des Südwälschen Ingenieur-Vereins. 1871, Vol. VII, Nr. 4.

beim Passiren solcher Stellen unmöglich meiden, ohne die Widerstände ganz bedeutend zu vergrössern. Zuerst hatte man an der Seite der Sattelstücke kleine Rollen angebracht, welche an den betreffenden Stellen durch besondere Schienengleise aufgefangen wurden. Diese Rollen wurden entweder auf einer oder zu beiden Seiten der Sattelstücke angebracht. In den Holzschnitten Fig. 16—18 finden sich solche Hodgson'sche Sattelanordnungen abgebildet. In den einseitigen Rollen ist eine tiefe

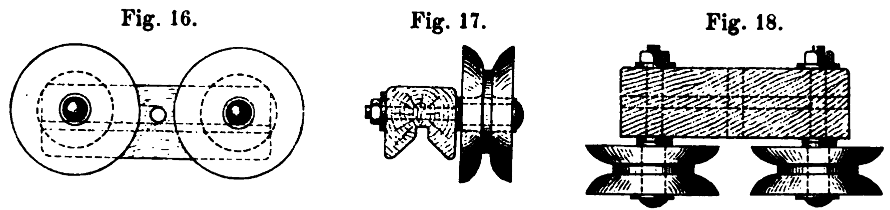


Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.

Sattel mit einseitigen Rollen. $^1/_8$ natürl. Grösse.

Rinne eingedreht, und es wird von aussen ein Bolzen durch Rolle und Sattel gesteckt und mittelst einer Mutter auf der anderen Seite angezogen, dessen herausragendes Ende dicker ist als der übrige Theil und zur Aufnahme der Rolle dient. Diese Anordnung ist mit bedeutenden Schwankungen verbunden, sobald das Sattelstück vom Seil auf ein Ausweichgleis übergeht, indem der Schwerpunkt der Last seine Lage um den Abstand der beiden Rinnen ändern muss.

Deshalb hatte man die Sattel mit symmetrischen Rollen construirt. Ein solcher Sattel ist in Fig. 19—21 abgebildet und bringt allerdings grössere Stabilität, aber

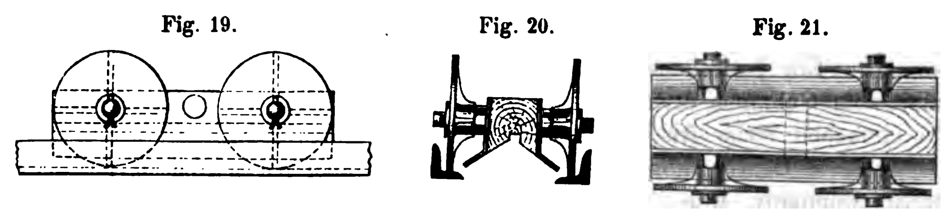


Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21.

Sattel mit symmetrischen Rollen. $^1/_8$ natürl. Grösse.

auch grössere Widerstände mit sich. Hier haben die Seitenrollen keine Rinnen, sondern sind glatt am Umfang, und das Ausweichgleis wird aus L Eisen gebildet, welches die Rollen in der Bahn hält. Je zwei Rollen sitzen auf einem gemeinschaftlichen Bolzen, welcher zwischen den Rollen stärker gehalten ist. Zwischen den Rollen und den Sattelwangen ist dieser Bolzen mit Gewinden versehen und wird vorerst mittelst Muttern an das Sattelstück festgeschraubt, worauf die Rollen aufgesteckt und mittelst Vorlegscheibchen und Splinten gehalten werden.

Unter Umständen wurden auch blos zwei symmetrische Rollen in Anwendung gebracht und drehten sich in diesem Falle um den Bolzen des Hängeeisens, welches das Transportgefäss trägt. Diese Anordnung verursacht aber ein starkes Schleudern und starke Kraftverluste.

Eine Verbesserung der besagten Nachtheile suchte Hodgson durch einen später patentirten Kluppensattel [7]) zu erreichen. Dieser complicirte Doppel-Sattel ist in Fig. 19—21, Taf. LXXXIV abgebildet. Zwei einfache, mit einseitigen Rollen versehene Sattel *s* und *s*¹ sollten mittelst einer Traverse drehbar verbunden werden; in der

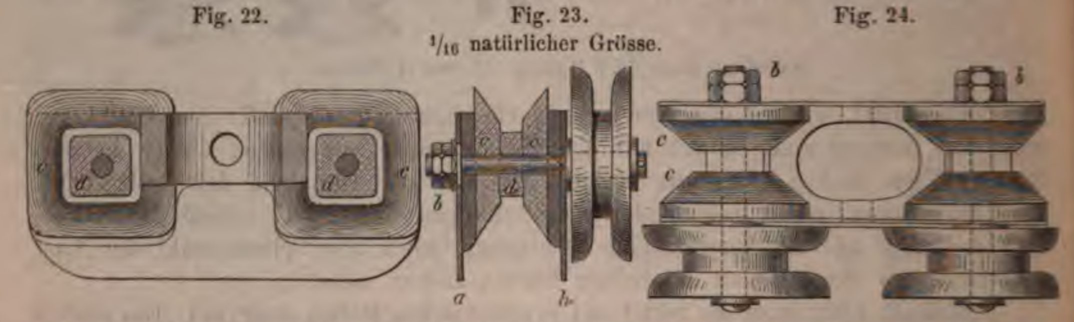
---

[7]) Englische Specification A D. 1872, 9. Febr. Nr. 418.

Mitte dieser Traverse wurde der Wagen aufgehangen. Unter jedem Rollenbolzen wurde ein Paar horizontaler etwas excentrischer, um verticale Zapfen drehbarer Kluppen *k* und *k'* angebracht, welche so geformt waren, dass sie das Seil klemmen konnten. Sind nun diese Daumen oder Kluppen derart excentrisch geformt, dass sie sich durch den Widerstand des Wagens beim Anziehen festklemmen, so muss es desto schwerer sein, ein Loskuppeln zu bewirken, denn bei jedem Anhalten des Wagens muss der Widerstand nothwendiger Weise vergrössert werden. Ausserdem erfordert diese Construction eine grosse Genauigkeit in der Ausführung und könnte z. B. bei einem reparirten Drahtseil kaum gute Dienste leisten.

Einfacher sind die elastischen Sättel von Carrington[8]), welche auf nebenstehender Fig. 22—24 abgebildet sind. Zwischen den Wangen *a* und *h*, Fig. 23 sind

Fig. 22. Fig. 23. $^1/_{16}$ natürlicher Grösse. Fig. 24.



zwei viereckige Gummikörper *c* mittelst der Bolzen *b* befestigt, welche zugleich an ihren aus dem Sattelstück herausragenden Enden die Rollen tragen. Dieselben sind einfach aufgesteckt und werden durch Vorlagscheibchen und Splinten am Herausfallen verhindert. Ein Zwischenstück *d* hält die Gummisättel in ihrer Lage. Sollte der Gummi beim Gebrauch erweichen, so kann man die Sättel um 90° umdrehen, um in dieser einfachen Weise frische Sitzfläche zu beschaffen.

Dieselbe Construction wurde später in etwas modificirter Weise von der Wire Tramway Company, Lim., 21 Gresham Street, London, in Anwendung gebracht. In Fig. 6 — 10, Taf. LXXXIV sind zwei Arten dieser Gummi-Sättel abgebildet. Bei Fig. 6—8 kommt Gusseisen und Gummi und bei Fig. 9 u. 10 Holz und Gummi zur Anwendung.

Wir haben absichtlich dieses Detail etwas ausführlicher beschrieben, weil es einen schwachen Punkt der Hodgson'schen Seilbahnen bildet und trotz den Bemühungen ausgezeichneter Constructeure stets ein schwacher Punkt bleibt.

Zu den übrigen Bestandtheilen der Seilwagen übergehend, bemerken wir, dass die Hängeisen, welche mittelst eines langen, durch die Mitte des Sattels drehbar durchgesteckten runden Zapfens an demselben hängen und so gebogen sein müssen, dass sie den Seilstützen und Seil-Tragrollen ausweichen können, aus Flacheisen von 25^{mm} auf 10^{mm} bis 40^{mm} auf 12^{mm} geformt werden.

Die Fördergefässe werden meistentheils aus Blechkasten gebildet und hängen dann so auf den besagten Hängeisen, dass sie sich leicht kippen lassen. In Fig. 16—21 (pag. 557) sind einige Hodgson'sche Seilwagen abgebildet, und es ist ihre Construction aus den Figuren genügend zu ersehen.

Einen wichtigen Bestandtheil bilden ferner die Seil-Tragrollen (Fig. 22—24, Taf, LXXXIV), welche 310^{mm} (15 Zoll) bis 840^{mm} (2 Fuss 9 Zoll) erhalten und

[8]) Englische Specification A. D. 1873, 5th Febr. Nr. 427.

verschiedenartig geformt sind. Die Breite der Rinne beträgt 45^{mm} bis 55^{mm}. Die Tiefe richtet sich nach der Seilstärke, wird aber nur wenig grösser als der Seildurchmesser gehalten, indem sonst die Sättel schlecht über die Rollen fortkommen. Die Rinnen werden nur glatt gemacht; Versuche mit Holzauslagen führten zu keinen genügenden Resultaten.

Die Stützen werden in der Regel aus Holz gebaut und bestehen dann aus mehreren Balken, welche man jochartig zusammenstellt und oben mit Querbalken zur Aufnahme der Tragrollen versieht. Solche Joche werden je nach der örtlichen Lage 3 bis 30^{m} hoch gemacht, und wenigstens 1^{m} in die Erde eingegraben. Die hölzernen Querbalken brauchen selten eine weitere Versteifung. Oefters wurden auch eiserne Tragpfosten in Anwendung gebracht. Eigenthümlich und für die Montirung bequem sind die verstellbaren Tragpfosten, deren Querbalken man höher oder niedriger befestigen kann, und zwar zwischen Grenzen von ca. 2^{m}. Ein solcher Pfosten ist in Fig. 17 und 18, Taf. LXXXIV abgebildet. Das aus gespreizten Füssen gezimmerte Gestell trägt oben ein gusseisernes viereckiges Futteral (Fig. 19 und 20, Taf. LXXXV), in welches ein vertical verschiebbarer viereckiger Balken passt und das zugleich als Kopf oben die Gestellhölzer zusammenhält. Ausserdem sind etwas niedriger zwei horizontale Querhölzer am Gestell so befestigt, dass sie den Verticalbalken zwischen sich fassen. Derselbe trägt zwei horizontale zu diesen Querhölzern senkrechte Anschläge, welche man mittelst einer Schraube in die nöthige Höhe befestigt und so den Verticalbalken, welcher oben an einem mittelst Winkeleisen versteiften Querstücke die Seilrollen trägt, fixiren kann. Hodgson hatte ausserdem noch andere, auf vier Rädern verschiebbare, oder ähnlich wie die Stative mittelst beweglicher Füsse verstellbare Seilstützen construirt und patentirt, welche wir jedoch nicht weiter behandeln.

Interessant und sinnreich ist eine ebenfalls von Herrn Ch. Hodgson patentirte Vorrichtung, welche dazu dient, um die Spannungen der treibenden und der getriebenen Seilstrecken des endlosen Seiles auszugleichen, und welche in Fig. 3 und 4, Taf. LXXXIII abgebildet ist. Indem die beiden Tragrollen an demselben Querbalken liegen und bei gleicher Umfangsgeschwindigkeit umgekehrte Drehungsrichtungen besitzen müssen, so lassen sie sich mittelst zweier gleicher Zahnräder zusammenkuppeln, und wird durch diese Einrichtung ein gleichmässigerer Gang erzielt, die Differenz der Seilspannungen ausgeglichen und somit auch das Seil mehr geschont und wahrscheinlich auch an bewegender Kraft gespart. Doch scheint sich diese Vorrichtung keinenfalls bewährt zu haben, was selbst vom theoretischen Standpunkte dadurch zu erklären wäre, dass die Spannwagen nicht constant sind, sondern immerwährend und plötzlich wechseln, weshalb in der Wirklichkeit eher ein Hemmen erzielt wird.

§ 4. Anordnungen an den Endstationen und an Curven. — Bei den ältesten Ausführungen seiner Bahnen brachte Hodgson an jedem Ende eine horizontale Seilscheibe an. Die eine von diesen beiden Rollen diente als Treibscheibe und bekam ihre Bewegung vom Motor, während die andere als Spannscheibe construirt wurde. Bald ist man jedoch zu verticalen Scheiben übergegangen.

An der Bardon-Hill-Bahn, welche mittelst eines Seiles von 40^{mm} ($1^5/_8$ Zoll) Durchmesser 100 Tonnen per Tag transportirte, hatte man zum Antrieb eine Klippscheibe in Anwendung gebracht, welche mittelst einer Locomobile mit zwei Cylindern und 16 nominellen Pferdekräften getrieben wurde. Die Maschine arbeitete jedoch mit 24 Perdekräften.

Die Seilscheiben waren horizontal auf einfachen Holzgerüsten angebracht, und die Treibscheibe bekam ihre Bewegung von der Locomobile mittelst eines Getriebes, dessen Uebersetzungsverhältniss 2 : 5 betrug. Das Gerüst war so hoch, dass die Seilbahnschienen ca. 4ᵐ über dem Boden gelegen waren, so dass die Seilwagen direct in Eisenbahnwagen entladen werden konnten. Am anderen Ende der Seilbahn befand sich eine zweite Seilscheibe von 1ᵐ,83 Durchmesser, welche auf einem mit Rollen versehenen Holzrahmen gelagert war, so dass man das Seil gehörig anspannen konnte. Diese Scheibe lag so hoch über dem Boden, als noch nöthig war, um ein Streifen der Seilwagen zu vermeiden. Die Tragrollen-Pfosten dieser Seilbahn-Anlage waren 3 bis 4ᵐ hoch und etwa 30ᵐ von einander entfernt; nur an einer Stelle, wo eine schiefe Strassen-Ueberspannung nöthig war, betrug die Spannweite 200ᵐ, und dementsprechend wurden dort 15ᵐ hohe Tragpfosten aufgestellt. Zu bemerken ist noch, dass bei dieser Anlage Holzsattel mit einseitigen Rollen verwendet wurden. An den Endstationen wurden feste Bahnen aus gebogenen Schienen zur Aufnahme der zu beladenden resp. auszuladenden Seilwagen so angebracht, dass sie sich mittelst der Sattelrollen an diesen Ladegleisen verschieben oder weiter bewegen konnten.

Anfangs wollte man das Befahren von Seilbahn-Curven mittelst einfacher Rollen in der Weise bewirken, dass die Tragrollen an solchen Stellen nahe an einander gestellt wurden und sowohl in horizontaler als auch in verticaler Richtung eine kleine Neigung bekamen, um so die Resultirende des Seiltriebes an jeder Stelle aufzunehmen, eine Einrichtung, welche freilich nur für gelinde Richtungsänderungen berechnet war. Bei stärkeren Richtungsänderungen hatte man Ausweichschienen und Horizontalrollen eingeführt. Es wurden Rollen von etwa 350ᵐᵐ Durchmesser zu Segmenten mit je drei Stück zusammengestellt. Jede von diesen Rollen sollte eine Ablenkung von 3 Grad hervorbringen können, so dass beispielsweise mit drei Satz Rollen eine Curve von 27 Grad ausgeführt werden könnte. Diese und ähnliche Anordnungen und Versuche führten zuletzt zu den beiden folgenden Dispositionen.

Die einfache Curvenführung (Fig. 11, Taf. LXXXIV) besteht aus drei oder vier Horizontalrollen zu etwa 3 bis 7 Grad Abweichung an jeder Rolle.

Die gekreuzte Curvenführung (Fig. 1—3, Taf. LXXXIV) besteht aus einer grösseren horizontalen und mit zwei Rinnen versehenen Ueberführungsrolle. Das treibende, nach der convexen Seite der Curve gelegene Seil läuft in einer Rinne, während das getriebene, auf der inneren Seite gelegene Seil in der zweiten Rinne gekreuzt wird.

Die ursprüngliche, oben angeführte Curvenführung hatte den Nachtheil, dass das Seil bei jedem Anlass herausschlüpfte. Ausserdem hatten die Seile zu viel gelitten, und der Verbrauch war bedeutend. Die Seilabnutzung zeigte sich besonders gross bei den verticalen Curvenrollen, weshalb man schon bei der Seilbahn zu Brighton, sowie bei vielen anderen Bahnen horizontale Curvenscheiben mit etwa 12 Grad Abweichung per Scheibe einführte; bei der Bahn zu Brighton hatte man sogar eine Curve von 90 Grad mit 6 Horizontalscheiben ausgeführt.

Diese Curvenführungen bieten dem Betrieb manche Schwierigkeiten, indem die Seilwagen an diesen Stellen leicht stehen bleiben. Die Erfahrung lehrt, dass, wenn die Wagen für alle Fälle ihren Weg über solche Curvenschienen auf den Sattelrollen fortsetzen sollen, diese Bahn eine Neigung von wenigstens 1 : 15 erhalten muss. Wenn nun die Curvenschiene nach aussen, und die Horizontalrollen nach innen liegen, so ist die Aufgabe verhältnissmässig leichter als im umgekehrten Falle. Es genügt, die Schiene genau abzubiegen, sie nahe und in der richtigen Distanz an den Rollen

zu führen und ihr in der Bewegungsrichtung ein genügendes Gefälle zu geben. An der Stelle, wo das Sattelstück die Curvenschiene erreicht, wird das Seil entweder etwas heruntergedrückt, oder es bekommt die Schiene eine kleine Ueberhöhung, so dass der Seilwagen mittelst seiner Rollen auf der geneigten Ebene seine Bewegung bis ans Ende der Curvenschiene, wo der Sattel wieder an das laufende Seil gelangt, fortsetzen kann. Der Weg, welchen der Seilwagen in dieser Weise durchlaufen muss, ehe er wieder vom Seil ergriffen wird, hat eine ziemliche Länge; er beträgt beispielsweise, bei einem Satze von 6 horizontalen Curvenscheiben, etwa 4^{m}.

Complicirter ist aber diejenige Curvenführung, bei welcher die Curvenschiene nach innen, also die horizontalen Führungsrollen zwischen das Seil und zwischen die Curvenschiene zu liegen kommen. Die Curvenschiene muss daher doppelte Biegung erhalten, und zwar so, dass der Seilwagen zuerst an den Sattelrollen aufgefangen und vom Seil sanft abgehoben wird, dass er sodann über die Vorsprünge der Rollen geführt wird, und schliesslich wieder auf das Seil sanft auffährt. Zu diesem Zwecke ist diese Curvenschiene an den Enden horizontal abgebogen, während der Zwischentheil die besagte Neigung im Sinne der Bewegung erhalten muss.

An jedem Ende der Curvenführung sind Tragrollen angebracht, ohne welche es unmöglich wäre, das Seil in gleichem Niveau zu halten. Die Schienen fangen gleich hinter diesen Rollen an.

Es sei, zum Beispiel, das Treibseil aussen gelegen und die Curve habe 4^{m} Länge. Das vordere Schienenende nehmen wir um so viel höher als das andere an, als die erforderliche Minimalneigung 1 : 15 ergiebt. Um nun eine leichte Einfahrt zu erhalten, muss man die Schienen an jedem Ende wenigstens auf ein Meter Länge herüberragen lassen und folglich die entsprechenden Tragrollen um ebensoviel vorschieben, so dass die Curvenschiene eine Länge von 6^{m} erhält. Das vordere Schienenende muss nahezu horizontal sein, um die Sättel gut herauszuheben, und der Seilwagen wird auf eine Länge von 5^{m},7 mittelst der Seitenrollen auflaufen, so dass die Höhendifferenz zwischen den beiden Curvenenden 380^{mm} betragen wird. Andererseits muss das Seil der Schienenneigung ebenfalls folgen, und damit es aus den Horizontalrollen nicht herausschlüpft, muss am unteren Ende, ganz nahe bei der Tragrolle, eine Druckrolle über demselben angebracht werden. Das auf der anderen Seite gelegene Seil, in unserem Falle also das Treibseil, muss selbstredend umgekehrt geneigt sein. Die obere Tragrolle des Treibseiles und die untere des getriebenen Seiles sind daher an demselben Querbalken befestigt, während am anderen Curvenende gerade der umgekehrte Fall stattfindet. Die beiden Rollen eines solchen Querbalkens liegen aber 380^{mm} über einander.

Nach dieser Betrachtung wird die gekreuzte Curvenführung vortheilhafter erscheinen. Sie ist bedeutend kürzer und giebt gute Resultate. Die innere Schiene gestaltet sich einfacher und ausserdem kürzer als beim ersteren System. Die Seilrolle besitzt in diesem Falle 3 bis 4^{m} Durchmesser.

§ 5. Druckrollen an Niveaubrüchen. — Soll die Seileisenbahn über Berg und Thal geführt werden und sich der Erdoberfläche dabei möglichst anschmiegen, so kommt man bald in den Fall, das Seil herunterdrücken zu müssen, indem es sich sonst in Niveaubrüchen strecken und die Tragrollen verlassen würde. In einer älteren Patent-Specification des Herrn Ch. Hodgson findet sich ein Seildrücker angegeben, welcher ähnlich der oben beschriebenen Curvenführung construirt ist und dessen Einrichtung mit Hinweisung auf diese Beschreibung aus Fig. 4 u. 5, Taf. LXXXIV hinreichend ersichtlich sein dürfte.

Später hatte man jedoch diese Seildrücker in der in Fig. 12 u. 13, Taf. LXXXIV gezeichneten Weise angeordnet. Die erstere Construction besteht aus vier Rollen, welche auf einem Gerüste derart aufgestellt sind, dass zwei davon in der Mitte auf einer gemeinschaftlichen Achse und von den übrigen beiden jede auf einem Ende des gemeinschaftlichen Gerüstes sich befindet. Die beiden Endrollen erhalten Doppelrinnen und haben, ebenso wie die vordere Mittelrolle mit den übrigen Seilrollen den gleichen Durchmesser. Die hintere Mittelrolle dagegen besitzt einen um 100^{mm} grösseren Durchmesser und sitzt auf ihrer Achse lose, so dass sie sich unabhängig von der auf derselben Achse festgekeilten vorderen Mittelrolle umdrehen kann.

Das Seil läuft in der vorderen Rinne der ersten Tragrolle, geht unter die vordere Mittelrolle und setzt seinen Weg in der vorderen Rinne der zweiten Tragrolle fort. Ein zweites Seil, ohne Ende, verbindet die äusseren Rollen mit der hinteren (losen) Mittelrolle und liegt in den hinteren Rinnen der beiden Tragrollen. Die Mittelrollen befinden sich etwas höher als die beiden anderen, so dass das hintere Seil die Mittelrolle nur oben, nicht aber unten, berührt. Aus der Zeichnung ist ersichtlich, dass das hintere Seil oben dieselbe Richtung und Geschwindigkeit haben muss, wie das Hauptseil, und dass daher das Sattelstück eines Seilwagens bei Ankunft an die vordere Tragrolle vom hinteren Seil ergriffen und bis zur vorderen Tragrolle mit gleicher Geschwindigkeit herübergetragen wird, um daselbst wieder und ohne Unterbrechung an das Hauptseil zu gelangen. Die nachtheilige Folge dieser Einrichtung besteht in der nothwendigen Breite der Sattelrinne; im Uebrigen entsprechen sie ihrem Zwecke vollständig.

§ 6. Die Endstationen. — Die hintere Seilscheibe ist immer horizontal angebracht. Manchmal ist die Scheibe sammt der hufeisenförmigen Führungsschiene an demselben Gerüste befestigt, während in anderen Fällen diese Scheibe sich hinter dem Ladeplatz befindet. Die Führungsschiene ist entweder unter oder über dem Seil angebracht; diese letztere Disposition findet jedoch nur dann statt, wenn man es mit einem starken Gefälle zu thun hat.

Den Spannwagen hatte man bei früheren Anlagen stets am hinteren Bahnende angebracht, wodurch die Antriebstation die in Fig. 1 u. 2, Taf. LXXXIII dargestellte Disposition bekam.

Bei späteren Anlagen verlegt man aber die Spannvorrichtung auf das vordere Ende, wo sich der Antrieb befindet, weil man fand, dass das getriebene Seilende auf diese Weise besser gespannt wird. In dieser Weise entsteht die in Fig. 3 u. 4, Taf. LXXXIII abgebildete Antriebstation mit Spannwagen, während in diesem Falle am hinteren Ende eine im einfachen Holzgerüst unverschiebbar gelagerte Seilscheibe angebracht wird.

Bei den neueren Anlagen suchte man ausserdem die Disposition derart einzurichten, dass sowohl die Treib- als auch die Spannscheibe vertical zu stehen kamen. Die verticale Treibscheibe wurde zuerst bei der Seilbahn in Brighton versucht, wo sie manche Vortheile zeigte, so dass sie seitdem oft zur Anwendung kam. Bahnen, welche über drei Kilom. lang sind, können bei Anwendung der Verticalscheiben besser betrieben werden, als es mit den horizontalen Treibscheiben geschehen könnte. Die bewegende Kraft kann in diesem Falle directer und mit vortheilhafterem Getriebe angebracht werden, während man die verticale Spannscheibe in einer Entfernung von ungefähr 20^m hinter dem Ladeplatz aufstellt. Der Spannwagen braucht 7 bis 10^m Platz zu seiner Verschiebung.

Bei der Seilbahn zu Lebu (Fig. 5—7, Taf. LXXXVI) fand sich folgende Einrichtung vor:

An einem Stirnrad von $4^m,87$ (12 Fuss) Durchmesser hatte man aus ange-

schraubten Holzklötzen die Seilspur hergestellt und brachte an derselben Welle, so nahe als möglich am besagten Rade, eine lose Seilscheibe vom gleichen Durchmesser an. Die Treibwelle des Motors ertheilte dem Stirnrad die Bewegung mittelst eines einfachen Getriebes, dessen Uebersetzungsverhältniss 1 : 6 betrug. Das Ganze war auf einem festen Gerüste aus Gusseisen und Holz aufgestellt, und zu jeder Seite befand sich eine 15pferdige Dampfmaschine.

Die Spannscheibe befand sich vor der Treibscheibe und war in zwei Gleitstücken gelagert, welche 750^{mm} (30 Zoll) lang und 100^{mm} (4 Zoll) breit waren und an beiden Seiten mit Backen zum Umfassen der Gleitschienen versehen wurden. Jedes Gleitstück trug hinten eine Oese, in welche mittelst eines Bolzens eine Eisenstange eingehängt wurde. Diese Eisenstangen wurden gabelförmig um die Scheibe geführt und vereinigten sich hinter derselben in einen Haken, an welchem mittelst einer über eine feste Rolle geführten Kette ein schweres Gewicht in einem hinter der Rolle angebrachten Brunnen herunter hing. Die Gleitschienen wurden aus 8^{m} (25 Fuss) langen und 60^{mm} ($2^1/_2$ Zoll) breiten Flacheisen gefertigt, welche an den Langbalken befestigt waren.

Bei langen Bahnen bringt man in der Mitte eine Doppelstation (Driving and Meeting Station) an, welche eigentlich aus zwei Scheiben der eben beschriebenen Art zusammengesetzt ist (Fig. 8 u. 9, Taf. LXXXVII). In diesem Falle befindet sich der Motor und die Treibscheiben nicht am Ende, sondern irgendwo in der Mitte, und die beiden so verbundenen Strecken bilden eine einzige Bahn. Das Stirnrad trägt hier an jeder Seite eine hölzerne Spurrinne, und ebenso ist an jeder Seite eine lose Rolle von demselben Durchmesser angebracht. Die beiden derart getheilten Strecken werden entweder mittelst einer oberhalb angebrachten festen Gleisbahn, oder auch mittelst der oben beschriebenen und in Fig. 12 u. 13, Taf. LXXXIV abgebildeten Druckrollen mit einander vereinigt. In dieser Weise ist die in Fig. 8 u. 9, Taf. LXXXVII abgebildete Bahn am Ceylon construirt.

An den Endstationen ist es angezeigt, die letzten Tragrollen möglichst nahe an die Seilscheibe zu stellen und das Treibseil mit einer Neigung von etwa 1 : 9 herunter zu leiten, um in dieser Weise das Lösen der Sattelstücke möglichst zu erleichtern. An diesen Stellen, wo nämlich die Sättel das Seil verlassen, macht man die Führungsschiene auf eine Länge von etwa 500^{mm} horizontal, und erst wo diese aufhört, fängt eine Neigung von 1 : 15 oder 1 : 12 in der Hufeisenform an.

Fig. 5—7, Taf. LXXXVI zeigt die Entladestation der Seilbahn von Lebu, welche von einem felsigen, den Schiffen unzugänglichen Ufer Kohlen in den nahe gelegenen Seehafen zuführt und eine Länge von 40 Kilom. besitzt. Die Kohlen werden aus den Seilwagen direct in die Schiffe geladen, welche bis an den zu diesem Zwecke erbauten eisernen Pier gelangen können, an welchem eine verticale, verschiebbar gespannte Endscheibe angebracht ist. Die Bahn ist mit einer Mittelstation in der oben beschriebenen Weise eingerichtet. Die letzten Tragrollen befinden sich bereits am Pier an den Seiten in genügender Höhe befestigt und sind schief, indem das Seil in doppeltschiefer Lage über die unten in der Mitte des Piers befindliche Seilscheibe geführt wird. Unmittelbar an die Tragrollen schliesst sich ein festes und mit der gehörigen Neigung versehenes Ausladegleis an. Sechs Drehkrahnen, welche am Rand des eisernen Piers angebracht sind, ermöglichen die Ueberladung vom Ladegleis direct in die Schiffe.

Fig. 7 u. 8, Taf. LXXXIII zeigt die Endstation einer Seilbahn in Verbindung mit einer Eisenbahnstation, um eine directe Ausladung in Eisenbahnwaggons zu ermög-

lichen. In diesem Projecte ist die Spannscheibe horizontal an einem Waggon angebracht, und die Einrichtung ist so getroffen, dass von der Treibrolle das Seil zuerst über eine feste horizontale Hülfsscheibe, dann über die Spannscheibe und von dieser unter dem Ausladegleis der Seilbahn mittelst einer in der Mitte angebrachten Druckrolle auf die erste Tragrolle geführt wird. Das getriebene Seilende ist unter dem Ausladegleis der Seilbahn symmetrisch gelegen und wird unter einer zweiten Druckrolle auf die Treibscheibe geführt.

§ 7. Transportkosten. — Für Bahnen, welche unter 1 deutschen Meile Länge besitzen, giebt man in England folgende Transportkosten per Kilom.-Tonne an:

bei	50 Tonnen	täglicher	Verfrachtung	10 Pf.
-	100 -	-	-	8,8 -
-	200 -	-	-	8 -
über	200 -	-	-	5,2 -

in welchen Kostenangaben alle Betriebs-, Unterhaltungs- und Amortisationskosten mit inbegriffen sein sollen.

§ 8. Deutsche Drahtseilbahnen. — Obwohl in Deutschland verschiedene Seilbahnen nach dem oben besprochenen Hodgson'schen Systeme erbaut worden sind und theilweise ihren Zweck auch erfüllt hatten, so sind hier diese Transportmittel doch erst dadurch in richtigen Gebrauch gekommen, dass man die erwähnte Hodgson'sche Idee mit gesonderten Treib- und Gleisseilen wieder aufgenommen und ausgebildet hatte. Diese Dispositionen sind zweifellos kostspieliger, indem man ein Seil mehr braucht; es giebt jedoch viele Fälle, in welchen diese Mehrauslagen reichlich gedeckt werden, indem man bei einer unverhältnissmässig grösseren Leistungsfähigkeit auch einen ruhigeren und sicherern Gang und grössere Dauerhaftigkeit erzielt. Andererseits ist es aber entschieden übertrieben, dieses System als das allein bewährte zu bezeichnen, und man darf nicht vergessen, dass Drahtseilbahnen und Riesen gleichsam als Nothbehelfe zu betrachten sind und hauptsächlich dort in Anwendung kommen, wo man ein anderes Transportmittel nicht anwenden kann, in welchen Fällen die örtlichen Verhältnisse allein über die Anwendbarkeit des einen oder des anderen Systems entscheiden können.

Der Anfang wurde in dieser Richtung, so viel uns bekannt ist, durch die gewesene Halle-Leipziger Eisengiesserei und Maschinenbau-Gesellschaft zu Schkeuditz im Jahre 1874 gemacht, welche eine Drahtbahn mit getrenntem Lauf und Zug im Teuschenthal bei Halle a/S. ausführte. Diese mit Locomobilbetrieb eingerichtete Bahn transportirt täglich bis 150 Tonnen Braunkohlen vom Gewinnungsorte nach der Vereinigt. Sächsich-Thüringischen Paraffin- und Solaröl-Fabrik. Die Bahn liegt in gerader Richtung, hat eine Länge von 750^{m} und überwindet auf einer Stelle eine Steigung von 1 : 27. Man arbeitet Sommer und Winter. Die beiden Gleise bestehen aus zusammengeschweissten Rundeisen und sind an dem einen Ende im Boden sorgfältig befestigt, während sie am anderen Ende mittelst Gewichten von etwa 4 Tonnen gespannt sind. Das Lastgleis hat 30^{mm} und das Leergleis 26^{mm} Durchmesser. Das Zugseil ist 10^{mm} stark und wurde aus Stücken von 37^{m},5 Länge zusammengekuppelt. Die Kuppelung geschah mittelst querlöslichen Haken, und an diesen Stellen wurden gleichzeitig die Förderwagen aufgehängt, so dass dieselben in gleichen Entfernungen einander folgten.

Die Anlagekosten der Schkeuditzer Drahtbahn sollen incl. einer 4pferdigen Locomobile auf 48,600 Mk. oder $16^1/_2$ Mk. per laufd. Met. betragen. Die Transport-

kosten wurden auf 1/3 der früheren reducirt, indem sie bei gewöhnlichem Transport ca. 6 Pf. per Ctr., mit der Drahtbahn aber nur ca. 2 Pf. per Ctr. betrugen.[9])

Von den bei diesem Bau beschäftigten Technikern haben sich die Herren A. Krämer, Otto und Bleichert auch fernerhin mit solchen Bahnen als Specialität beschäftigt. Die Construction, insofern sie diesen Herren gemeinschaftlich zu sein scheint, besteht darin, dass man ein unbewegliches Bahngleis aus zwei parallel neben einander gelegten Eisendrähten oder Drahtseilen bildet und dem Terrain entsprechend auf soliden Stützen hochlagert. Auf den Enden werden dann zum Zwecke einer constanten Spannung die nöthigen Spanngewichte angebracht. Die Transportgefässe haben etwa zwei Hectoliter Inhalt, sind ganz aus Eisen construirt und in der Mitte eines zweirädrigen Seilwagens mittelst eines Bolzens derart befestigt, dass sie um denselben schwingen können. Die Hängeisen sind entsprechend einseitig gekröpft, um die Unterstützungen unbehindert passiren zu können. Das endlose Treibseil wird durch eine bei der Betriebstation angebrachte Spannscheibe mit constanter Belastung straff erhalten und vermittelst eines Vorgeleges in Rundlauf gesetzt. Die Treibrollen sind vertical. Durch eine zwischen den Hängeeisen an den Förderwagen angebrachte Klemmvorrichtung kann derselbe an jeder beliebigen Stelle an das Zugseil gekuppelt werden, wodurch die Möglichkeit geboten ist, mehr oder weniger Wagen rasch auf einander folgen zu lassen. Damit die Wagen beide Gleise befahren können, sind Wendestationen eingeschaltet, die entsprechend der Belade- oder Entladestation verlängert oder verkürzt werden können. Bei diesen Haltestellen sind selbstthätige Wagenausrücker angebracht, so dass die Wagen den Arbeitern von selbst auf den dort angebrachten festen Ladegleisen zulaufen. Die Klemmvorrichtungen bestehen aus einer unteren Rolle, welche, wenn der Wagen stehen würde, dem Zugseil als Tragrolle dienen könnte, und aus einem Daumen oder Excenter, welcher sich über dieser Rolle befindet. Sobald dieser Daumen mittelst eines Anschlags (oder auch mit der Hand) gedreht wird, so klemmt sich das Zugseil fest und zieht den Förderwagen so lange mit, bis wieder, in ähnlicher Weise, eine Loskuppelung stattfindet. Das Entladen der Wagen geschieht durch Drehen des Transportgefässes um seine Drehzapfen. Ein am oberen Ende dieses Gefässes über einen vorstehenden Stift lose geschobener Ring verhindert den Wagen am Umkippen, welches erst dann stattfinden kann, wenn dieser Ring gehoben wird.

Das Zugseil wird meistentheils durch die Wagen gehalten. — Diese Summar-Beschreibung gilt sowohl dem System A. Krämer (Drahtbahn-Bauunternehmer-Geschäft) in Berlin, als auch dem System Bleichert (früher Bleichert u. Otto) in Leipzig, und es werden schon auf den ersten Blick einige wesentliche Vortheile dieser Anordnung gegenüber derjenigen mit laufendem Gleisseil ersichtlich sein. Diese bestehen hauptsächlich im ruhigeren und sicherern Gang, was die Bewegung der Fördergefässe anbelangt. Dagegen bietet diese Anordnung ausser den höheren Anlagekosten auch den nicht zu übersehenden Nachtheil, dass das Zugseil, ausser an den Enden der Bahn, nur mittelst der Wagen selbst gehalten wird. Damit es nicht am Boden schleift, werden an den Stützen des Gleisseiles noch unten Querbalken befestigt, an welchen unter jedem Laufseil eine Schutzrolle von z. B. 450^{mm} Länge und 150^{mm} Durchmesser angebracht ist. Wo es nöthig ist, die Zugseile zu stützen, insbesondere bei Richtungsänderungen und in Niveaubrüchen, wendet man ähnliche Vorrichtungen an, wie solche schon oben bei den Hodgson'schen Bahnen beschrieben

[9]) Nach Angaben des Herrn A. Krämer in Berlin.

und abgebildet sind, so dass die Fördergefässe ebenfalls an festen neben der Seilbahn angelegten Schienengleisen herüberrollen oder herübergeschoben werden müssen. Ein wesentlicher Unterschied besteht zu Gunsten der deutschen Seilbahnen jedoch darin, dass hier keine besonderen Seitenrollen am Sattel zu diesem Zwecke angebracht werden müssen und dass sich das Ausweichgleis mit seinen Zungen an das Seilgleis scharf anlegen kann, so dass das Herüberlaufen ohne jede Schwankung des Schwerpunktes geschieht, was bei dem System mit laufender Seilbahn nicht erzielbar ist.

Fig. 3 u. 4, Taf. LXXXVI zeigt die Anordnung der Stützpfeiler, welche in Entfernungen von ca. 20^{m} von einander angebracht werden, sowie die oben beschriebenen Fördergefässe mit der Bleichert'schen Klemmvorrichtung und den erwähnten Schutzrollen für das Treibseil.

Das Umkippen des Wagens wird verhindert entweder in der oben erwähnten Weise, nämlich durch einen kleinen Ring, welcher auf dem einen Schenkel des Gestells sitzend, einfach um einen Arretirlappen geschoben wird, oder, namentlich bei sehr schwer belasteten Wagen, es wird ein offener an einem Charnier beweglicher Bügel gegenüber dem einen Schenkel des Gestelles so angenietet, dass durch ein einfaches Zurückschlagen dieses Bügels der Kasten mit dem Gehänge verbunden ist (Fig. 4, Taf. LXXXVI).

Das Wagengestell mit dem Kasten *W* hängt mittelst des Charnierstückes *k* an dem Zapfen *O*, welcher sich in der Mitte der Traverse *V* befindet, die wiederum an ihren Enden die eigentlichen Laufrollen *D D* trägt. Diese Laufrollen sind einseitig mit dem Wagen verbunden, damit die Unterstützungen der Laufsäule ungehindert von denselben passirt werden können (Fig. 3, Taf. LXXXVI).

Eigenthümlich sind die Bleichert'schen patentirten Kuppelungs- und Bremsvorrichtungen, welche wir hier nach Mittheilungen des Erfinders wiedergeben.

Herr A. Bleichert benutzt bei seinen Ausführungen zwei verschiedene Kuppelungen, nämlich einen Kuppelungsapparat mit Klemmexcenter und einen solchen mit Muffen. Der erstere ist Fig. 14—18, Taf. LXXXV abgebildet. In der Mitte des Wagengestelles ist auf einer Traverse die Seilrolle *S* drehbar und einseitig befestigt, und zur Aufnahme des Treibseils mit geeigneter Spurrinne versehen. In derselben Ebene über dieser Seilrolle liegt ein excentrisch geformtes Segmentstück *E*, dessen Peripherie ausgekehlt ist, um ein besseres Klemmen des Seiles zu bewirken. Dieses Segment ist um einen horizontalen, in der verticalen Schubstange *U* gelagerten Zapfen drehbar, und beide können durch Umdrehung eines im Inneren des Gehäuses *A* gelagerten Excenters *R* vertical bewegt werden. Auf der Achse dieses Excenters ist ein Hebel *H* befestigt, so dass man durch dessen Drehung das Segment in seine tiefste Lage bringen und das Seil einklemmen kann. Durch das Bewegen des Seils findet ein geringes Drehen des Segmentes *E* und dadurch ein um so stärkeres Anpressen desselben an das Seil statt. Das Segment *E* ist nach beiden Seiten excentrisch, damit, wenn bei geneigter Lage des Gleisseils der Wagen das Bestreben hat, dem Zugseil voranzueilen, doch kein Lösen des Segments vom Seil eintreten kann.

Das selbstthätige Entkuppeln des Wagens wird durch einen an der betreffenden Unterstützung angebrachten Ausrücker *P* bewirkt (Fig. 3 u. 4, Taf. LXXXVI). Der ankommende Wagen stösst mit dem oberen Ende des Hebels *H* gegen die Ausrückerplatte *P*, dadurch findet ein Umlegen des Hebels und ein Heben des Excenters *E* statt, so dass der Wagen vom Seile gelöst ist. Der Hebel *H* ist durch ein schweres Gegengewicht in den Endstellungen gesichert.

Herr Krämer wendet statt dieses Riegels einen Excenter an, auf dessen

Achse zugleich vorn ein Daumen und auf der anderen Seite ein etwas längerer Kurbel- und Anschlag-Hebel fast in gleicher Lage befestigt sind. Die Bolzen, mittelst welcher die Lagereisen für die Excenterwelle an dem Querstück befestigt sind, werden etwas verlängert, so dass sie dem längeren Anschlaghebel eine Drehung von etwa 170 Grad erlauben und so die Grenze für die tiefste oder höchste Stellung des Excenters bestimmen. Wenn nun der Excenter so eingerichtet ist, dass er beim vollständigen Ankuppeln seine tiefste Stellung noch nicht erreicht, sondern sich noch um einen kleinen Winkel in der Bewegungsrichtung drehen müsste, um die tiefste Stellung zu erlangen, so ist klar, dass der bei der Bewegung stets thätige Zug eine wirksame Klemmung hervorbringt.[10])

Einen anderen Kuppelungsapparat wendet Herr Bleichert bei verschiedenen Anlagen mit starken Niveau-Aenderungen an, wie es z. B. bei der Drahtbahn-Anlage am Bahnhof Stockhausen (Nassauische Bahn) der Fall ist. Es ist das die in Fig. 1—7, Taf. LXXXV abgebildete Muffenkuppelung. Die zum Tragen des Treibseils dienende ausgekehlte Seilrolle S ist mit ihrem Stahlzapfen in dem Gehäuse G gelagert. Dieses Gehäuse ist mit dem T-Steg E solide verbunden, welcher die Schenkel des Wagen-Gehänges abstrebt.

In dem Gehäuse G bewegt sich in prismatischer Führung ein Schieber K, welcher zwei unten mit geeigneten Fangklauen versehene verticale Bolzen B und B' trägt. Der eine davon, B ist vertical verschiebbar und wird durch eine Spiralfeder nach unten gedrückt. Eine unten angeschraubte kleine Stahlplatte A dient zum Halten dieser Mitnehmerbolzen und verhindert zu gleicher Zeit ein Drehen um ihre eigene Achse.

An dem oberen Theil des Schiebers K ist ein Ausrückbügel R um den Zapfen L drehbar angebracht; der kleine Arm i desselben bewegt den Auslösebolzen F, welcher gegen den Sperrstift h drückt. Sobald durch einen Druck gegen den Punkt k dieses Ausrückbügels derselbe angehoben wird, wirkt der Auslösebolzen F gegen den Sperrstift h und drückt diesen zurück. Dieser Sperrstift hat einen dreifachen Zweck: Er soll den eingerückten Schieber K in seiner tiefsten Stellung sichern, ferner den ausgerückten Schieber K in dieser Stellung zurückhalten und endlich ein Ausheben des Schiebers aus dem Gehäuse verhindern, indem er sich gegen die Knagge N legt. — Der kleine Bolzen F dient zum Zurückdrücken des Sperrstiftes h, wenn der ausgerückte Schieber K wieder in seine tiefste Stellung gebracht, oder der Schieber ganz aus dem Gehäuse heraus gehoben werden soll. Die kleine Spiralfeder an diesem Bolzen drückt denselben immer wieder in seine ursprüngliche Lage zurück.

Mit dem Zugseil selbst sind in gewissen regelmässigen Entfernungen kleine stählerne Muffen M in Verbindung gebracht, welche zum Mitnehmen, resp. Kuppeln, des betreffenden Wagens mit dem Zugseil dienen. Es geschieht wie folgt:

Nachdem man den Wagen auf das betreffende Seilgleis geführt und das Treibseil in die Leitrolle S eingelegt hat, drückt man mittelst des Bolzens O den Sperrstift h zurück, und der Schieber fällt in seine tiefste Stellung. — Die Mitnehmerklauen B, B' sitzen ziemlich auf dem Rand der Rolle S auf. — Sobald nun eine der vorhin erwähnten Muffen M ankommt, hebt sie, indem sie sich unter die Aussparung der Mitnehmergabel B legt, letztere etwas in die Höhe und schlüpft darunter hinweg. Nun stösst die Muffe sofort gegen die zweite Mitnehmerklaue B', und der Wagen wird

[10]) Indem der Verfasser um die Geheimhaltung der Zeichnung ersucht wurde, so musste von weiterer Beschreibung und Abbildung Umgang genommen werden. Wir bemerken nur, dass dieses Detail den Hauptunterschied der Krämer'schen und Bleichert'schen Seilbahnen bildet.

vom Treibseil mitgenommen. Da die erstere Mitnehmerklaue durch ihre Spiralfeder sofort wieder herunter gedrückt wird, so kann der Wagen auch nach der entgegengesetzten Seite hin sich nicht mehr vom Treibseil lösen. Das Entkuppeln auf der anderen Endstation geschieht dadurch, dass der Ausrückbügel *R* auf einen an dieser Station an einem Helmstück befestigten Ausrücker *P* stösst (Fig. 3 u. 4, Taf. LXXXVI). Dadurch wird der Sperrstift *h* ausgelöst, und es wird der Schieber *K* bis zu einer gewissen Höhe vom Zugseil gehoben. Der Sperrstift *h*, welcher sich beim Ausheben des Schiebers durch den Ausrücker unter die Stahlplatte *U* legt, hindert das Zurückfallen des Schiebers. Alle diese Apparate haben sich zwar bewährt, obwohl sie den Charakter der Einfachheit noch nicht völlig tragen und ausserdem auch den kleinen Nachtheil besitzen, dass das Mitnehmen ganz plötzlich geschieht und daher unangenehme Stösse verursacht. Solchen Stössen kann man vorläufig und nur zum Theil dadurch ausweichen, dass man den Wagen auf dem Seilgleis einen kleinen Anlauf ertheilt, zu welchem Zwecke dieselben in der Regel auf einer etwas geneigten Schiene zum Seil heruntergelassen, oder sonst durch den Arbeiter in einen entsprechenden Anlauf versetzt werden, wenn sie vom Seil erfasst werden sollen.

Bei Gebirgs- und Drahtseil-Bahnen, welche bei sehr starkem Gefälle Materialien bergab transportiren sollen, hat Herr Bleichert eine selbstthätige doppeltwirkende Bremsvorrichtung construirt und in Anwendung gebracht (Fig. 8—13, Taf. LXXXV). Diese Einrichtung hat einen doppelten Zweck: Erstens, die bergab laufenden gefüllten Wagen zu bremsen, und zweitens, ein Zurücklaufen der bergan gehenden leeren Wagen bei einem etwa vorkommenden Riss des Treibseils zu verhindern. Der ganze Apparat besteht daher aus zwei gesonderten Vorrichtungen, einer Vorwärtsbremse und einer Rückwärtsbremse.

Mit dem Mittelbolzen *O* in directer Verbindung steht die Vorwärtsbremse. Dieselbe besteht aus einem Doppelhebel *T*, der auf dem Mittelbolzen *O* sitzt und an beiden Enden die sich in die Auskehlung der Laufräder einlegenden und um die Zapfen *ZZ* drehbaren Bremsbacken *NN* trägt. Dieser Doppelhebel ist centrisch ausgespart; innerhalb dieser Aussparung befinden sich einander gegenüber zwei Backen oder Ansätze *K* und *K'*; zwei ähnliche Backen *G* und *G'* trägt der Mittelbolzen *O*. Die Zwischenräume zwischen den Ansätzen *KG'* und *GK'* werden durch Gummischeiben *ss* ausgefüllt, welche durch einzelne Blechstreifen *ii* getrennt sind. Die Aussparung des Bremshebels *T* wird schliesslich durch Blechscheiben *LL*, welche von beiden Seiten angeschraubt sind, geschlossen.

Diese Vorwärtsbremse ist bei Montirung des Wagens so einzustellen, dass bei horizontaler Lage der Traverse die Bremsbacken *NN* des Doppelhebels *T* noch in einer gewissen Entfernung vom Umfange der Laufräder *DD* abstehen, damit sich also der Wagen auf horizontaler Bahn, ohne gebremst zu werden, bewegen kann. Sobald aber der Wagen auf eine geneigte Laufbahn übergeht, wird sich die Traverse der Neigung des Laufseils entsprechend schräg stellen. Die Folge davon ist, dass sich die Vorwärtsbremse, welche mit dem completen Wagengehänge fest verbunden ist, mit ihren Bremsbacken *NN* gegen die Lauffläche oder Räder *DD* legt und so dieselben desto stärker bremst, je steiler das Gefälle ist.

Die eingelegten Gummischeiben lassen sich anfänglich mit geringem Druck zusammenpressen. Je grösser jedoch die Neigung der Bahn ist, desto mehr muss der Bremshebel *F* ausweichen, und einen um so grösseren Widerstand werden auch schliesslich die Gummibuffer dem Bremshebel entgegen setzen.

Die zwischen den Ansätzen *KG* und *K'G'* eingelegten Blechplättchen haben

en Zweck, die Bremse leicht wieder justiren zu können, sobald eine Abnutzung an en Bremsflächen eingetreten.

Die Rückwärtsbremse besteht aus einem Doppelexcenter *H*, welches vollstänig lose und leicht beweglich auf dem Mittelbolzen *O* der Traverse *V* zwischen den eiden Laufrädern *D D* sitzt und einseitig mit einem Gewicht versehen ist. Der remsexcenter schleift bei der Vorwärtsbewegung des Wagens lose auf dem Laufrade *D*; obald jedoch eine Rückwärtsbewegung des Wagens eintreten will, klemmt sich derelbe sofort fest zwischen die Bremsränder der beiden Laufräder *D D* und hemmt so ie Umdrehung.

Fig. 25 u. 26, Taf. LXXXV zeigt die Disposition der Antriebstation einer solchen ahn. Ein Stirnrad, auf dessen horizontaler Welle eine feste und eine lose Seilscheibe om gleichen Durchmesser sich befinden, erhält, mittelst eines Vorgeleges, die nöthige ewegung. Vor dieser Welle liegt unten die horizontale Spannscheibe, welche sich n zwei Führungen aus Rundeisen horizontal verschieben kann. Diese Spannscheibe ird mittelst eines Gewichtskastens, welcher über eine oben in der Mitte befindliche eitrolle aufgehängt ist, gespannt. Mittelst einer an der Seite angebrachten Winde ann die Spannkette verkürzt oder verlängert werden. Die Gleisseile befinden sich ben und werden durch ähnliche Gewichtskasten gespannt.

Die Einrichtung der anderen Endstation wird aus dem im vorigen Paragraph esagten genügend ersichtlich sein.

Wir fügen dieser Beschreibung einen Preis-Courant des Herrn Bleichert bei.)at. Jan. 1877).

Tägliches Förder-Quantum in Centnern à 50 Kilo.	Länge der Bahnlinie in Metern.																			
	250		500		1000		1500		2000		3000		4000		6000		8000		10000	
	Circa-Preise in Reichs-Mark und Pfennigen.																			
1000	16	50	12	80	10	75	10	20	9	85	9	65	9	50	9	45	9	40	9	40
	1	05	1	31	1	87	2	80	3	28	4	00	5	20	7	30	9	60	11	50
1500	17	10	13	10	11	40	10	75	10	30	10	20	10	00	9	95	9	90	9	90
	0	73	0	90	1	45	1	95	2	25	3	10	4	15	5	50	7	10	8	50
2000	17	60	13	40	12	00	11	50	11	25	11	00	10	75	10	70	10	70	10	65
	0	56	0	74	1	17	1	56	1	82	2	42	3	10	4	20	5	40	6	50
3000	18	75	14	30	13	25	12	90	12	60	12	25	12	10	12	00	11	95	11	90
	0	46	0	60	0	84	1	12	1	31	1	65	2	15	3	10	3	70	4	50
4000	19	25	14	80	13	75	13	50	13	40	13	30	13	20	13	15	13	10	13	00
	0	36	0	47	0	69	0	89	1	06	1	38	1	76	2	55	3	20	3	90
5000	20	30	15	25	14	25	13	80	13	65	13	55	13	50	13	45	13	40	13	30
	0	30	0	41	0	62	0	82	0	90	1	20	1	32	2	18	2	80	3	40
7500	22	20	16	25	15	25	14	75	14	50	14	45	14	40	14	30	14	25	14	15
	0	22	0	33	0	48	0	57	0	66	0	93	1	20	1	70	2	10	2	50
10000	24	00	18	00	16	80	16	30	16	00	15	85	15	80	15	70	15	50	15	30
	0	18	0	28	0	39	0	48	0	58	0	78	1	00	1	45	1	85	2	20

Die in den ersten Columnen verzeichneten, fett gedruckten Preise verstehen sich für den laufenden Meter Bahnanlage, unter Annahme normaler Verhältnisse, incl. aller Eisentheile, der eisernen Förderwagen, Laufdrähte, Zugseile etc.; ausgeschlossen sind die zur Anlage benöthigten Holzarbeiten, die Kosten für Errichtung der Bahnlinie, eventuell benöthigte längere Weichen an den Endstationen, sowie die etwa zum Betrieb erforderliche Maschine, da sich diese Preise, ohne die speciell localen Verhältnisse einer Anlage zu kennen, nicht fest bestimmen lassen. (Erfahrungsweise betragen die Kosten der Holzarbeiten für Anlagen über ebenes Terrain per lauf. Meter Bahnanlage ca. 0,75 bis 2,00 Mk., je nach Länge der Bahn; die Kosten der Aufstellung per lauf. Meter ca. 0,50 bis 1,00 Mark).

Die in den zweiten Columnen vermerkten Preise sind die Förderkosten per 100 Ctr. und für die entsprechende Länge der Bahnlinie.

Bei der Calculation der Förderkosten sind die in Deutschland üblichen Durchschnittspreise für Arbeitslöhne, Feuerungsmaterial etc. zu Grunde gelegt; dieselben verstehen sich incl. Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitals, sowie der sämmtlichen Kosten für Bedienung und Beaufsichtigung des Bahnbetriebes und der zum Betrieb erforderlichen Maschine, dem Heizungsmaterial, Schmieröl etc.; unberücksichtigt gelassen wurden nur die Kosten für das Füllen der Förderwagen, da diese zu sehr von den localen Verhältnissen abhängig, und die Entschädigung für event. von der Bahn zu überschreitendes fremdes Terrain.

Die Ausführungen des Herrn Bleichert sind bereits zahlreich und ergeben gute Resultate. Wir führen nur einige an.

Die Drahtseilbahn zum Erztransport für die Krupp'sche Hüttenverwaltung in Sayn bei Coblenz ist 2150^{m} lang, führt von der bei Horhausen belegenen Grube Harzberg [11]) nach einem an der Chaussée gelegenen Lagerplatz. Die Gesammtsteigung der Bahnlinie beträgt etwa 18^{m}, die Maximalsteigung kurz vor der Entladestation 1:9; ca. 200^{m} hinter der Beladestation beschreibt die Bahnlinie eine Curve von 143 Grad. Die Bahn arbeitet mit Wagen von 1 Hectoliter Inhalt (200 Kilogr.) und erfordert eine Betriebskraft von 3 bis 4 Pferdestärken bei einer täglichen Leistung von 75 bis 100 Tonnen. Die Gleise bestehen aus Drahtseilen von 28^{mm} und 25^{mm} Durchmesser, welche in 1^{m},75 Entfernung von einander gespannt sind. In der Mitte des Seiles befindet sich ein Draht, um welchen 6 Drähte nach rechts, darüber 12 Drähte nach links, und um diese wieder 18 Drähte nach rechts gewunden sind. Die Drahtstärke beträgt für das Lastseil 4^{mm} und für das Leerseil 3,6^{mm}. Alle Drähte sind aus Holzkohleneisen hergestellt. Das Zugseil hat 12^{mm} Durchmesser und besteht aus 6 Litzen zu je vier Drähten und einer inneren Hanfseele. Die Drähte bestehen aus Tiegelgussstahl. — Die stehende Welle mit der Antriebs-Seilscheibe von 2,5 Durchm. soll bei normalem Betriebe $9\frac{1}{2}$ bis 10 Umgänge per Minute machen, was einer Seilgeschwindigkeit von 1,25 bis 1^{m},30 per Sec. entspricht.

Die Drahtseilbahn in der Heinrichshütte bei Au a/S. dient zum Erztransport von der Grube Hohegerette nach einem Erzlagerplatz von der Hütte und hat, zwischen den Endstationen, eine Länge von 1560^{m}. Die Bahnlinie beginnt ca. 50^{m} seitlich vom Erzlagerplatz bei der Hütte, mit welchem dieselbe durch eine Weiche

11) Ausführlichere Beschreibung und Abbildung dieser, sowie der Stockhausner Anlage befindet sich in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1877.

verbunden ist, überschreitet unmittelbar hinter der Endstation mit einer Steigung von 1 : 10,7 ein ca. 200^m breites und 37^m tiefes Thal und geht dann abwechselnd mit Steigung und Gefälle zum Lagerplatz der Grube, sich schliesslich 21^m über dem Lagerplatz der Grube erhebend. Die Transportkosten stellen sich auf 36 Pf. per Tonne, während sie bei der früheren Abfuhr per Achse Mk. 1,20 per Tonne betrugen.

Die Drahtseilbahn der Gasanstalt in Hannover (Fig. 1 u. 2. Taf. LXXXVI) [12]) ist 1125^m lang, und zwar beträgt die eigentliche Seilbahn zwischen den Endstationen 575^m und die Weichenbahn 550^m. Die Bahn dient zum Transport der für die Anstalt erforderlichen Steinkohlen vom Bahnhof Küchengarten in Linden zur Gasanstalt und zum Rücktransport des als Nebenprodukt gewonnenen Cokes. Die Bahnlinie hat zwei Brechpunkte von 135 und von 122 Grad, überschreitet die sehr belebte Limmerstrasse, zu deren Sicherung unter der Bahn eine leichte Hängebrücke angeordnet, sowie den Ihmefluss, letzteren mit einer Spannweite von 52^m. Die Förderwagen hielten einen Inhalt von 3 Hectoliter (250 Kilogr.), und beträgt die tägliche Leistungsfähigkeit der Anlage 200 bis 300 Tonnen. Zum Betriebe dient eine 4pferdige Maschine. Mit der Endladestation steht in der Gasanstalt eine Schienenbahn, an welcher die Seilwagen im Gebäude herumfahren (Weichenbahn) und welche, wie schon erwähnt, 550^m lang ist. Auf diese Weise können die ankommenden Seilwagen nach den verschiedenen Retortenhäusern und Kohlenschuppen geführt werden, um ihren Inhalt beliebig in dem einen oder anderen abstürzen zu können. Die Transportkosten betragen 60 Pf. gegenüber 1 Mk. per Tonne nach der früheren Transportweise, wo man nämlich die Kohlen und den Coke per Achse durch die Stadt auf einem ziemlichen Umweg fahren musste, und wo durch Verstauben, Umladen und sonstige Verluste sich im Durchschnitt ein Manco von 2 bis 3% ergab, abgesehen von sonstigen Unannehmlichkeiten, welche in ähnlichen Verhältnissen stets die Verfrachtung per Achse begleiten.

Die Drahtseilriese in Lanken (Insel Rügen) ist 1300^m lang und dient zum Kreidetransport; die tägliche Leistung beträgt 250 bis 300 Tonnen. Dieselbe führt mit einem durchschnittlichen Gefälle von 1 : 8 vom Kreidebruch bis zur Ostsee, um daselbst direct in Seeschiffe verladen zu können. Die Bahn geht ohne Betriebskraft und arbeitet mit Seilwagen von 2,5 Hectol. oder 325 Kilogr. Inhalt. Zum Reguliren der Geschwindigkeit und Bremsen der event. überflüssigen Kraft ist ungefähr in der Mitte der Bahnlinie ein Bremsvorgelege angebracht; ausserdem steht mit diesem noch eine kleine Locomobile in Verbindung, welche bei Beginn des Betriebes, wo die eine Reihe der Förderwagen noch nicht gefüllt ist, benutzt wird.

Die Drahtseilbahn in Bilbao (Spanien) in dem Eisenbergwerk Mine César ist bestimmt, die in den Gruben gewonnenen Eisensteine nach der 91^m tiefer gelegenen Eisenbahnstation Bodovalle zu befördern, von der wieder eine Bahn ausschliesslich für den Erztransport nach einem nahen Hafen (Portugaletto) führt, um direct in Seeschiffe zu verladen. Die Gesammtlänge dieser Drahtseilbahn beträgt 450^m. Am Bahnhof Bodovalle ist eine 70^m lange Entladeweiche parallel dem Verladegleis angebracht, um die Erze auf grosse Halten abstürzen zu können. Die Maximalsteigung der Bahn beträgt auf einer grösseren Strecke 1 : 3,6; die Wagen haben einen Inhalt von 425 bis 450 Kilogr., die stündliche Leistung beträgt 50 Tonnen Erze. Um die sehr bedeutende überschüssige Kraft der bergab gehenden vollen Wagen nicht ausschliesslich auf das Haupt-Bremsvorgelege, welches sich an der oberen Station befindet, zu über-

[12]) Ausführlicher beschrieben und abgebildet in der Zeitschrift des hannoverschen Architecten- und Ingenieur-Vereins. 1877.

tragen, sind die einzelnen Wagen mit besonderen, selbstthätig wirkenden Bremsen, deren Wirkung im Verhältniss der Steigung wächst, versehen.

Die Anwendbarkeit dieser Bahnen zu Erdarbeiten ist trotz der vielfachen Vorschläge dennoch nicht erwiesen, und sind die bezüglichen Erfahrungen so spärlich, dass sie zu einer Schlussfolgerung nicht im geringsten berechtigen. Soviel uns bekannt ist, sind praktische Versuche nur bei Fortificationsarbeiten angestellt worden, und können in Deutschland speciell die beiden Drahtseilbahn-Anlagen in Strassburg genannt werden. Die erstere, v. Dücker'sche, ist gänzlich missglückt, während uns die Resultate der Bleichert'schen dort aufgestellten Seilbahn nicht bekannt sind. Diese Drahtseilbahn ist 900^m lang und sollte auf der einen Stelle die Erde auf $7^m,5$ Tiefe aufheben und auf einer anderen Stelle in einer Höhe von ungefähr 8^m wieder abstürzen. Die Bahnlinie hat von der Ladestation auf eine Entfernung von 125^m eine Steigung von 1 : 11,3 und geht dann annähernd horizontal bis ans Ende. Gleich hinter der Ladestelle überschreitet sie die 10 Haupt- und Nebengleise der in Strassburg einmündenden Bahnen, zu deren Sicherung sie über eine Schutzbrücke geführt wird. Die Endstationen sind mit transportablen Weichen versehen. Die Seilwagen haben 2 Hectol. oder 385 Kilogr. Inhalt. Die stündliche Leistung beträgt 25 Cubikm.

Die Seilbahn von Picker zu Bleiberg in Kärnthen (Wiener Weltausstellungs-Bericht vom Jahre 1876, Eisenbahn-Unter- und Oberbau vom Ober-Ingenieur F. Ržiha. Wien, k. k. Hof- und Staatsdruckerei, p. 281) bezweckt in sinnreicher aber ziemlich complicirter Weise eine vollständig automatische Seilbahnförderung. Die Förderung selbst ist nicht mehr neu, was aus dem bereits Gesagten leicht zu ersehen ist, dagegen soll die Ladung und Entladung in einer vollständig automatischen und neuen Art geschehen. Dieses Project gehört unserer Ansicht nach in dieselbe Kategorie, in welche die im folgenden Absatz beschriebenen Müller'schen Projecte zu zählen sind, weshalb wir wegen weiteren Studiums auf die erwähnte Quelle verweisen.

§ 9. Seiltraject von Hermann Müller. — Als Ausdruck des Eifers, mit welchem sich das Génie unseres Zeitalters der Seilbahnen bemächtigte, gilt für gewöhnlich die Erfindung des Herrn Müller, welche wir hier der Vollständigkeit wegen anführen und welche in Fig. 1—7, Taf. LXXXVII abgebildet ist. Während die anderen Seil- und Drahtbahnen ein für sich abgeschlossenes Transportmittel bilden, sollte das Müller'sche Seiltraject als Zwischenglied irgend einer Eisenbahn eingeschoben werden, so dass die Eisenbahnwagen bis zum Traject auf gewöhnlichen Schienengleisen fahren und hinter dem über Schluchten, Thäler etc. führenden Traject ihre Reise wieder auf gewöhnlichen festen Schienengleisen fortsetzen würden. Dieses Trajectiren sollte auf zwei parallel laufenden Seilen ohne Ende, welche über grosse Seilscheiben gespannt und dazwischen von Tragrollen unterstützt wären, geschehen. Die Wagen sind mit Klauen ausgerüstet, welche von den endlosen Seilen erfasst und auf diese Art mitgenommen werden sollten. Der Erfinder giebt dreierlei Combinationen an:

1) Traject für Schienenwagen mit auslösbaren Klauen, durch verticale Scheiben angetrieben (Fig. 1 u. 2, Taf. LXXXVII);

2) ein solches mit unbeweglichen Klauen (Fig. 3 u. 4, Taf. LXXXVII);

3) Traject für Schienenwagen mit unbeweglichen Klauen, von horizontalen Scheiben angetrieben (Fig. 5 u. 6, Taf. LXXXVII);

Alle diese Einrichtungen hätten das gemein, dass die entgegengesetzten Fahrrichtungen übereinander liegen würden, so dass die leeren Wagen in der einen Richtung oben, und die beladenen in der anderen Richtung unten fahren könnten. Beide Treibseile bewegen sich daher in der gleichen Richtung. Die weitere Beschreibung entnehmen wir fast wörtlich dem seiner Zeit[13]) veröffentlichten Artikel des Erfinders. Bei der ersten Combination laufen die beiden parallelen Seile über verticale Seilscheiben, von welchen die beiden durch den Motor angetriebenen auf einer gemeinsamen Achse, und die Endscheiben behufs Spannung auf einzelnen Achsen mit verstellbaren Lagern befestigt sind. Die Verbindung des oben liegenden, für die leergehenden Wagen bestimmten Seilgleises mit dem unten zurücklaufenden für beladene Wagen bestimmten geschieht mittelst Rampen, die mit festem Schienengleis angelegt sind und auf denen die Wagen in gewöhnlicher Weise rollen. Der Abstand der Seite von diesem Schienengleis ist an den Anfahrtstellen so gerichtet, dass sich die Klauen von selbst einklemmen und die Wagen mitgenommen werden. Die Wagen müssen bei einer solchen Anordnung zwischen den Scheiben durchfahren, weshalb die Klauen auslösbar eingerichtet sind. Diese Auslösung muss selbstthätig unmittelbar vor den grossen Scheiben geschehen. Die mit einer kleinen Rolle versehene Stange stösst auf einen an der Bahn befestigten Keil, und die vier ausgestreckten Klauen springen gleichzeitig hinter die Wagenwände zurück, so dass er frei zwischen den Scheiben durchlaufen kann. Die Klauen haben ihren Drehpunkt in den Wellen, auf welchen je zwei, eine hintere und eine vordere, befestigt sind und durch eine Spiralfeder in senkrechter Stellung gehalten werden. Sollen die Klauen in ausgestreckter Stellung bleiben, um auf die Seile gebracht zu werden, so zieht man die mit Handgriffen versehenen Hebel derselben auf einer Seite des Wagens hoch, bis sie von den Nasen der daselbst angebrachten Winkelhebel erfasst werden. Die oben verzahnte und mittelst Spiralfeder nach unten gedrückte Stange hält sie in dieser Stellung fest, bis der Wagen den schon erwähnten Keil passirt, welcher alsdann die gleichzeitige Auslösung aller vier Klauen bewirkt.

Die Beförderung der Wagen über das Traject geschieht folgendermaassen: Der geladene Wagen wird mit vertical gestellten Klauen zwischen die grossen Scheiben geschoben, unmittelbar hinter denselben rückt man die ersteren ein und giebt dem Wagen einen Stoss; dieser verlässt dadurch die Schienen und legt sich mit den Klauen auf die Seile, welche ihn vermöge der Reibung mit sich fortnehmen. Am entgegengesetzten Ende lösen sich die Klauen von selbst auf dem erwähnten Keil aus, der Wagen läuft vermöge seines Momentes noch zwischen den Scheiben durch und bleibt stehen. Nach Entladung seines Inhalts wird der Wagen mit abermals gespannten Klauen die Rampe hinaufgeschoben, abgestossen und passirt nun die oberen Seile, während ihm die beladenen Wagen auf dem unteren begegnen. Bei Ankunft auf der Ausgangsstation ist die Auslösung der Klauen nicht nothwendig, weil diese über die grossen Scheiben weggehen und der Wagen ungehindert die Rampe hinablaufen kann.

Nach der zweiten Combination (Fig. 3 u. 4, Taf. LXXXVII), bei welcher die Klauen unbeweglich sind, würden die Wagen nicht zwischen die Scheiben, sondern seitwärts abgeführt. Die Klauen sind am Wagen festgenietet (Fig. 7). Diese Combination wäre allerdings praktischer als die erstere, welche nach dem Erfinder nur in dem Falle angewendet werden möchte, wenn der neben den grossen Seilscheiben disponible

[13]) Zeitschrift des Oesterr. Architekten- und Ingenieur-Vereins, 1871.

Raum zu schmal wäre. Die Anordnung ist aus der Zeichnung ersichtlich: *RR* sind die Seilrollen, die angetriebenen mit gemeinsamer Achse. die anderen, mit der Spannvorrichtung *Q*, mit getrennten Achsen. Die Lage des Schienenstranges *S* weicht von der oben beschriebenen Disposition ab. Auf derjenigen Seite des Trajectes, auf welcher die Wagen unten ankommen, liegt dieser Schienenstrang horizontal, beginnt unter und zwischen den nächsten Führungsrollen *kk* und führt die von den Seilen ablaufenden Wagen über das eine Seil hinweg, seitwärts von den Seilrollen der Schiebebühne *T* zu, welche ebenso durch Drehscheiben oder Weichen ersetzt werden kann. Auf der anderen Seite des Trajectes fällt das Gleis von der Schiebebühne gegen die Seilscheiben um so viel, als nöthig ist, damit der von ersterer abgestossene Wagen von selbst auf die unteren Seile laufen kann.

Das gekuppelte Traject (Fig. 1 u. 2, Taf. LXXXVII) soll für längere Anlagen gelten, oder sonst für solche Fälle, in welchen sich der Motor vortheilhaft zwischen den beiden Endpunkten anbringen lässt. Die Bahn mag daselbst einen kleinen Winkel bilden. Die Weiche wäre ähnlich eingerichtet, wie es bei den übrigen Drahtseilbahnen zu sein pflegt, so dass die Wagen ohne besondere Hülfe durchfahren könnten, vorausgesetzt, dass sie genügendes Bewegungsmoment dazu erhielten.

Bei der dritten Combination, wo horizontale Seilscheiben und feste Klauen angewendet werden (Fig. 5 u. 6, Taf. LXXXVII), sind die Rampen vermieden, was für schwere Wagen jedenfalls angemessen erscheint. Die Treibscheiben liegen tiefer, als die Bahnen, und sind deshalb entsprechend geneigt.

Keine von diesen Anordnungen hat bisher unseres Wissens eine praktische Anwendung erhalten, ausgenommen den Versuch in der Sigl'schen Fabrik zu Wien. Bei diesem Versuche waren die Treibseile 20^{m} stark und transportirten stündlich 60 mit 300 bis 400 Kilogr. beladene Wagen hin und zurück.

Die Erfindung hatte ein allgemeines Interesse erweckt, und es ist zu bedauern, dass sie bis jetzt unfruchtbar blieb. Die grösste Schwierigkeit muss darin bestehen, die beiden Seilgleise in gleichmässiger Schwingung zu erhalten, und so lange dies bis zu einem gewissen Grade nicht erzielt ist, kann von einer praktischen Verwendbarkeit keine Rede sein. Wenn man bedenkt, welchen Unregelmässigkeiten gewöhnliche Drahtseilbahnen, die keine so schweren Lasten zu tragen und keine so grossen Entfernungen zu überspannen haben, zufolge der Seilschwingungen ausgesetzt sind, so wird man zugeben, dass sich bei Anwendung einer solchen Doppelbahn, bei welcher Wagen nicht, wie es bei jeder Seilgleisbahn nöthig ist, an einem Drehzapfen hängen, dieses Werfen, Schleudern und Zucken in einem unvergleichlichen Maasse vergrössern muss.

Als Anhaltspunkte für die Anlagekosten gab der Erfinder an, dass die Drahtseile 20^{mm} stark sind, dass die Seilrollen, Achsen, Lager, Antriebräder, Spannvorrichtungen und Rampenschienen 5750 Kilogr. und die 4 Leitrollen nebst Lager zu einem Ständer 350 Kilogr. wiegen. Die Geschwindigkeit wurde zu 2 bis 2,5^{m} pro Secunde angegeben, was wohl als die Maximalgeschwindigkeit der gewöhnlichen Drahtseilbahnen zu betrachten ist und bei diesen Seiltrajecten ohne Zweifel nie zu erreichen wäre. Die Wagen sollten von Minute zu Minute abgehoben werden können, so dass während des Betriebs zwischen zwei Ständern, welche in Distanzen von circa 100^{m} stehen, immer nur je ein Wagen auf den oberen und unteren Seilen hängen könnte.

Nach dem Gesagten ergiebt sich von selbst, dass diese Erfindung vor allem dahin zu verbessern war, dass man ihr eine feste Unterlage gab. Weiter hatte man die Seile mit Mitnehmern versehen und die Wagen entsprechend umgeändert. In

dieser Weise entstand vermuthlich die bekannte Sigl'sche Drahtseilbahn, welche auf pag. 504 beschrieben und auf Taf. LXXV abgebildet ist, und gewiss ist es nicht die letzte Stufe auf der Leiter der Verbesserungen, welcher jede gesunde Idee, wenn sie anfangs auch manche Gebrechen zeigt, stets fähig ist.

§ 10. Allgemeine Bemerkungen über die Construction und den Betrieb von Draht- und Seilbahnen. — Der wichtigste Bestandtheil unserer Bahnen ist das Gleis, weshalb wir einige speciell auf Draht- und Seil-Bahnen Bezug habende Bemerkungen über dessen Construction hier folgen lassen.

Das aus Rundeisen zusammengesetzte Gleis ist jedenfalls, so lange es sich praktisch noch anwenden lässt, dem Seilgleis vorzuziehen, indem es billiger und glatter ist. Man nimmt dazu bestes Nieteisen von etwa 20^{mm} Durchmesser. Wenn man auch bei Anwendung eines stärkeren Rundeisens grössere Längen erzielen könnte, so würden die Schweissstellen und damit auch die Möglichkeiten des Reissens bald so zahlreich vorkommen, dass die Nachtheile die Vortheile überwiegen möchten. Von den vielfachen behufs Verbindung in einer anderen Weise gemachten Vorschlägen ist zu Gleisen unseres Wissens noch kein Gebrauch gemacht worden. — Auf eine Länge von etwa 300^{m} lassen sich solche Drahtgleisbahnen noch immer sicher und ökonomisch bauen. Bei grössereren Längen entscheiden einzig die örtlichen Verhältnisse, und es unterliegt keinem Zweifel, dass sich die Herstellungsweise derart verbessern liesse, um Gleise aus Rundeisen noch auf viel grössere Längen vortheilhaft ausführen zu können. Heutzutage wird man, in Betracht der schwachen Schweissstellen, die Tragfähigkeit der runden Drahtgleise zu höchstens 3 Kilogr. pro Quadratmillimeter Querschnitt annehmen können. Zur Bestimmung der übrigen Verhältnisse kann man den Pfeil bei ruhiger Belastung auf $^1/_{80}$ der Stützweite annehmen, im Falle dieselbe noch in normalen Grenzen, etwa zu 20^{m} oder wenig darüber, gelegen ist.

Bei grösseren Längen wird man Drahtseile vortheilhafter finden. Die Bruchfestigkeit von Gussstahl wird man auf 120 Kilogr. und von Schmiedeisen auf 55 Kilogr. pro Quadratmillimeter wirklichen Querschnitts annehmen. Tiegelgussstahl empfiehlt sich durch seine grosse absolute Festigkeit und dem entsprechende Gewichtsverminderung der Seile. — Um ein möglichst dünnes und glattes Seilgleis zu erhalten, wendet man dazu Seile an, welche aus mehrfach sich überkreuzenden Spirallagen zusammengesetzt werden und in der Mitte entweder einen Draht oder eine Hanfseele enthalten, während das Zugseil aus Litzen zu 4 Drähten, welche um eine Hanfseele gewunden werden, besteht. Der letzteren Construction wird auch für lange Gussstahlgleise der Vorzug gegeben (siehe pag. 555), indem die Erfahrung lehrt, dass bei stählernen Spiralseilen das Reissen einzelner Drähte viel nachtheiliger ist, als bei den Litzenseilen. Litzenseile lassen sich auch einfacher repariren, indem man die Seele an der betreffenden Stelle beseitigt, die einzelnen Drähte auf eine genügende Länge auseinanderbindet und dann die beiden Enden so zusammenflicht, dass auf der Reparaturstelle kein beträchtlicher Knoten entsteht.

Die Bestimmung der Seilspannungen ist eine Aufgabe, welche bis jetzt noch ziemlich ungenügend gelöst ist. Im Allgemeinen lautet diese Aufgabe:

Den nöthigen Seilquerschnitt und die Form der Seilcurve zu bestimmen.

So lange es sich nur um das ruhende Seilgleis handelt, empfiehlt sich zu unseren Zwecken die Versuchsmethode des Herrn W. Mölle[14]).

---

[14]) In seiner oben erwähnten Broschüre: Schwebende Bahn bei Minden. Leipzig. — G. Knapp, 1877.

Indem man in allen Fällen Parabelbogen statt flacher Seilcurven substituiren kann und die Spannungen sich aus der Seilcurve bestimmen lassen, so gelten, mit Hinweis auf nachstehende Fig. 25, die folgenden bekannten Ausdrücke:

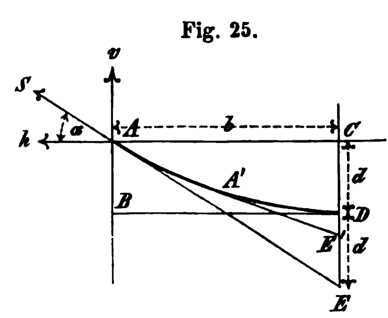
1) Der Aufhängewinkel α wird bestimmt durch die Gleichung $\operatorname{tg} \alpha = \frac{2a}{b}$;

2) Bezeichnen wir den Verticalzug in A mit v und das Seilgewicht des Seilstückes AD mit G, so ist $v = G$, und es bestimmen sich die Spannungen h und s aus den Gleichungen

$$h = G \operatorname{cotg} \alpha \text{ und } s = \frac{G}{\sin \alpha};$$

3) Die Seillänge l kann annähernd mit Hülfe der folgenden Gleichung bestimmt werden:

Fig. 25.



$$l = b\left(1 + \frac{2}{3}\left(\frac{a}{b}\right)^2\right)$$

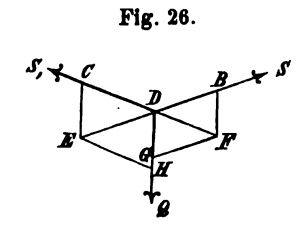
Die bei dieser Annäherung begangene Ungenauigkeit kann graphisch leicht mit Hülfe der folgenden bekannten Gleichungen geschätzt werden:

$$A'D = \frac{AD}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \operatorname{tg} \alpha' \text{ und } \cos \alpha' = \frac{AD}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot \frac{1}{y + \frac{AD}{\operatorname{tg} \alpha}};$$

y ist von BD zu rechnen.

Nach diesen Formeln kann man das Verhältniss des Belastungsgewichtes zu dem Seilgewicht berechnen und, wo es nöthig ist, die Form der Seilcurve noch näher zu untersuchen, ein Modell zusammenstellen, in welchem die betreffende Strecke im bestimmten Verhältniss verjüngt dargestellt erscheint. Wenn man in einem solchen Modell das Gewicht der Versuchskette bestimmt, so lässt sich durch eine einfache Proportion das Gewicht derjenigen Versuchsbelastung finden, welche das Versuchsseil in einer Curve spannt, die ein im gleichen Verhältniss verjüngtes Bild der wirklichen Curve darstellt. Ebenso wird die Gestalt der Umhüllungscurve aller derjenigen Seilcurven, welche in den einzelnen Wagenstellungen der wirklichen Construction entstehen, durch Bewegung eines im gleichen Verhältnisse gewählten Modellgewichtes (Seilwagen), gefunden.

Fig. 26.



Denkt man sich zwischen den Punkten B und C ein gewichtsloses Seil gespannt, welches im Punkte D von einem Gewicht belastet wird, so lassen sich die Verhältnisse $S_1 : Q : S$ graphisch nach folgenden Ausdrücken bestimmen:

$$CE = \frac{Q}{S} \cdot DE, \text{ und}$$

$$S_1 = Q \cdot \frac{DF}{BF}.$$

Q ist ein constantes Gewicht und S kann ebenfalls constant angenommen werden (nämlich gleich dem Spanngewicht), daher sich die Gestalt der erwähnten Umhüllungscurven unter der Voraussetzung eines gewichtslosen Seiles beliebig genau verzeichnen lässt.

Das Eigengewicht der Gleisseile lässt sich aber in einer einfachen Weise mit

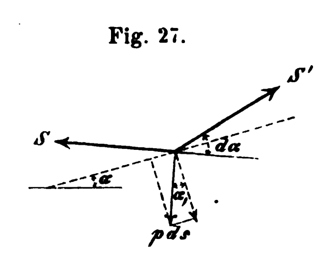
in Rechnung ziehen. Herr Mölle fand nämlich durch Versuche an Modellen, dass sich die Seilcurve eines wirklichen Seiles vom Gewichte P in derselben Weise finden lässt, wenn man statt Q den Ausdruck $\left(Q + \frac{P}{2}\right)$ einsetzt.

Mit Hülfe dieser Methode lassen sich alle auf die statischen Verhältnisse des Gleises Bezug habenden Aufgaben lösen.

Zur Bestimmung der Verhältnisse eines Bahnseiles, welches Zug- und Tragseil zugleich ist, giebt es bisher keine genügende Berechnungsweise. Am kürzesten wird man daher zum Ziele gelangen, wenn die statische Berechnungsweise zur Grundlage gelegt wird und wenn man die Belastung in Hinsicht auf die durch die Bewegungen hervorgebrachten Spannungen um 20 bis 50% grösser annimmt. Die Seilcurve kann in der oben beschriebenen Weise bestimmt und um den doppelten der Centrifugalkraft zufallenden Betrag vergrössert werden. Obwohl diese Correctur in den meisten Fällen klein ausfällt, ist es doch räthlich, sich von derselben Rechenschaft zu geben, was in folgender Weise geschehen kann.

Nehmen wir ein Seilstück von der unendlich kleinen Länge ds an, so lässt sich aus den Seilspannungen $S = S'$ und aus dem Seilgewicht $(p.ds)$, wenn p das Gewicht der Längeneinheit bedeutet, ein differentiales Kräfteparallelogramm construiren, wobei die Componente $(pds \cos \alpha)$ gleich der Resultirenden aus den beiden gleichen Kräften S' und S'' sein muss. Die Richtung dieser Spannkräfte ist gleich und entgegengesetzt, denn sie schliessen miteinander den unendlich kleinen Winkel $d\alpha$ ein, wenn ihre Neigung zur Horizontalen mit α bezeichnet wird. Bei einem mit der Geschwindigkeit V bewegten Seilelemente kommt aber ausserdem noch die Centrifugalkraft, welche $\left(\frac{pds \cdot V^2}{g \cdot \rho}\right)$ beträgt, mit in die Rechnung, und die Gleichgewichts-Gleichungen lauten daher:

Fig. 27.



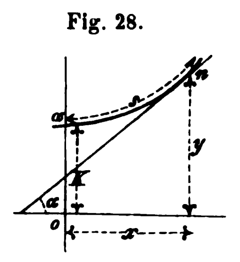
$$dS = pds \sin \alpha, \; S d\alpha = pds \cos \alpha + \frac{pds \cdot V^2}{g \rho},$$

wenn mit ρ der Krümmungshalbmesser an der betreffenden Stelle bezeichnet wird.

Es folgt daraus, dass, sobald man sich das bewegte Seil im dynamischen Gleichgewichte denkt, die Gestalt der Seilcurve dieselbe werden muss, wie diejenige des ruhenden Seiles, wenn man sein Gewicht per Längeneinheit um den Betrag $\left(\frac{p V^2}{g\rho \cos \alpha}\right)$, oder auch im Verhältnisse $1 : \frac{V^2}{g\rho \cos \alpha}$, vermehren würde.

Bekanntlich gelten, wenn man den Anfang des Coordinatensystems um eine Länge $k = s . \cos g\alpha$ unter den tiefsten Punkt einer Seilcurve setzt und die Achsen so wählt, dass für diesen Punkt $\alpha = v$ wird, die Beziehungen $\rho = \frac{k}{\cos^2 \alpha} = \frac{y^2}{k}$.

Fig. 28.



Es ist daher $\rho \cos \alpha = \frac{k}{\cos^2 \alpha} = \frac{s}{\sin \alpha}$. Das Gewicht per Längeneinheit ist daher im Verhältniss von

$$1 : \frac{V.^2 \sin \alpha}{g s}$$

zu vergrössern, um die Curve des bewegten Seiles nach den statischen Gesetzen bestimmen zu können. In unserem Falle genügt es, wenn man (aus der Parabel) für $\frac{\sin \alpha}{s} = n$ einen Mittelwerth annimmt und den Ausdruck $\frac{p s_0}{2}\left(1 + \frac{V^2}{g} . n\right)$ dem Gewichte Q hinzufügt. Ausserdem wird die Centrifugalkraft die Wirkung der Last Q um den Betrag $C = \frac{Q . V^2}{g \rho} \cos \alpha$ vermehren, so dass man statt G bei der oben beschriebenen Verfahrungsweise den Ausdruck

$$\left[Q + C + \frac{p s_0}{2}\left(1 + \frac{V^2}{g} n\right)\right]$$

einsetzen muss.

Die Aenderung der Seilspannung durch die horizontale Componente $\frac{Q V^2}{g \rho} \sin \alpha$ kann bei dieser nur annähernden Untersuchung ganz ausgelassen werden.

Die Berechnung der periodischen Seilschwingungen wäre eine lohnende Aufgabe für Mathematiker.

Den Seilscheiben soll man einen etwa 200 mal grösseren Durchmesser geben, als der Treibscheiben-Durchmesser beträgt, und die Seilgeschwindigkeit soll 2, höchstens 2^m,5 per Sec. nie übersteigen; die Normalgeschwindigkeit ist höchstens mit 1^m,3 zu bemessen.

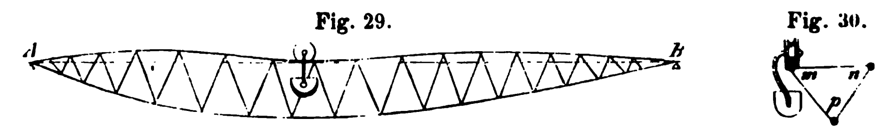
Die Drahtseile sollen stets geschmiert sein, und es empfiehlt sich dazu jede härtere nicht rostende Schmiere. Dadurch wird die Reibung der Rollen und die Abnutzung der Seile vermindert.

Das Anspannen schwerer Seile erfordert Vorsicht, und weil es nicht nur bei der ersten Aufstellung, sondern auch bei den öfters vorkommenden Reparaturen zu geschehen ist, so empfiehlt sich zu diesem Zwecke die Anwendung von Schraubenzwingen mit Zinkeinlagen.

Die Ingangsetzung und das Einstellen einer Seilbahn erfordert immer Aufmerksamkeit, indem die Gefässe gut vertheilt sein müssen und weil sich plötzliche Geschwindigkeitsänderungen schlecht mit den Seilen vertragen. Diese Schwierigkeiten treten insbesondere bei den englischen Bahnen in den Vordergrund, indem die Seilwagen leicht an den Schienenführungen sowie an anderen schwierigeren Stellen stehen bleiben und dann auch andere Wagen zum Stillstehen bringen. Dadurch geschehen besonders oft Störungen beim Anlassen, des Morgens, indem am vorhergehenden Abend, wenn eingestellt wird und die Wagen an lebendiger Kraft verlieren, ein hängen gebliebener Wagen leicht noch andere anhält.

Bei jeder Ingangsetzung nehmen die ersten Wagen ungeheuere Bewegungen an und werden oft meterhoch hin und her geworfen, ehe sie den Normalgang annehmen.

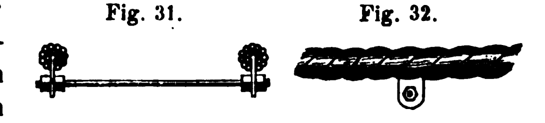
Fig. 29. Fig. 30.



Grosse Spannweiten können mittelst Seilbogen construirt werden, und für diesen Fall empfehlen wir die Anordnung, wie sie aus der vorstehenden Skizze

ersichtlich ist. Die beiden Gleisseile m und n, welche die Entfernung $A\ B$ spannen sollen, werden mittelst eines dritten Seiles p derart verspannt, dass die herüberrollenden Lastwagen das Seil ungefähr in das Niveau $A\ B$ herunterdrücken und demnach stets horizontal fahren.

Bei Strassen- und Wegeüberführungen sollte unter der Seilbahn immer eine Schutzbrücke angebracht werden, und der Zutritt unter die Bahn sollte Fremden überhaupt verboten sein, indem sonst, beim Reissen der Seile, und öfters auch schon durch Herausfallen einzelner Laststücke, Unglück geschehen könnte. Bei Seilbahnen mit festen Seilgleisen kann man eine Sicherheitsvorrichtung in der Weise, wie es die nebenstehende Skizze zeigt, anbringen. Die beiden Parallelgleise werden unter sich mittelst Querstangen verbunden, und diese befinden sich in angemessener Entfernung von den Stützen, damit noch genügender Raum für Verschiebungen belassen wird. Beim vorkommenden Reissen sollen diese Querverbindungen, und namentlich ihre eingeflochtenen Augen, sich an den Stützen fangen und so das Herunterfallen des Seiles verhüten.


Fig. 31. Fig. 32.

Die nöthige Betriebskraft kann verschiedenartig ausfallen. Bei Voranschlägen kann man für eine horizontale gerade Seilbahn mittlerer Grösse per 1000^m Länge 0,5 Pferdekraft als normale Betriebskraft für die leere Bahn annehmen; Belastung, Steigungen, Curven, Umspannung von Scheiben etc. müssen besonders nach den bezüglichen Regeln der Mechanik mit in Rechnung gezogen werden. Diese Normalkraft muss aber wenigstens verdoppelt werden, um bei eingetretenen ungünstigeren Verhältnissen auch für den Antrieb zu genügen. Bei Bahnen mit continuirlichem Betrieb muss ausserdem selbstverständlich für einen Reservemotor gesorgt sein.

Der Verschluss und die Unterhaltungs- und Erneuerungskosten sind bei diesen jungen Bahnen noch nicht derart festgestellt, dass man darüber verlässliche Angaben machen könnte; doch sind Fälle vorhanden, wo bei continuirliehem Gebrauch der Verschleiss 5% des Anlagecapitals während der ersten Betriebsjahre nicht übersteigen wird.

Literatur-Nachweis.

Frankenhauser's Drahtseilriese: Die Drahtseilriese mit besonderer Berücksichtigung der Holztransport-Einrichtungen im kleinen Schlierenthale, entworfen von F. Frankenhauser. 2. Aufl. Bern, Jent & Reinert 1873. — Deutsche Bauzeitung und v. a. Zeitschriften um und nach dem Jahre 1873.

Seiltransportbahn v. Dücker: Zeitschrift des hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins. Bd. 18. Organ 1872. Berggeist etc. Eisenbahn-Unter- und Oberbau von F. Řiha (Ausstellungsbericht) 1876, 1. Bd. Nr. 278.

Mölle's Drahtseilriese: Schwebende Bahn bei Minden, zum Steintransport über den Rücken des Wesergebirges bis zum Weserufer, dargestellt vom Erbauer W. Mölle, Baumeister. Leipzig, G. Knapp. 1877.

Hodgson's Drahtseilbahnen: Zeitschrift des hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins 1871—73. Engineer 1871 etc. Zeitschrift des österr. Ingen.-Vereins 1872—73. Dieselben in Böhmen: im Polyt. Centralblatt 1871. Engineering, Scientific American etc., seit 1871. — Proceedings of the South Wales Institute of Engineers 1871, Abhandl. des Herrn H. W. Pendred.

Englische Patentspecificationen: Charles Hodgson 1868, 20. Juli Nr. 2281. und 1872, 9. Febr. Nr. 418. — Henry Carrington 1873, 5. Febr. Nr. 427.

Müller's Trajectanstalt: Zeitschrift des österr. Archit.- u. Ingen.-Vereins 1871 und Separatabdruck, Wien 1872. Selbstverlag von G. Sigl, Maschinenconstructeur 1872. Engineering 1872 etc.

Seilbahn von Picker u. A.: Eisenbahn-Unter- und Oberbau vom Ober-Ingenieur F. Řiha (Separatausgabe des Wiener Weltausstellungs-Berichtes) 1876. K. K. Hof- und Staatsdruckerei 1876, p. 281.

Aelteste Seilbahn: Wochenschrift des österr. Architect.- und Ingen.-Vereins 1877, Nr. 51. (Aufsatz vom Ober-Ingenieur F. Řiha).

Die Drahtseilbahnen, System Bleichert, auf den Krupp'schen Werken. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1877, p. 398.

Körting, Die Drahtseilbahn der Gasanstalt zu Hannover, mit Zeichnungen. Zeitschrift des hannoverschen Archit.- und Ingen.-Vereins 1877, p. 567. Wochenschr. des Vereins deutsch. Ingenieure 1877, p. 45.

VII. Capitel.

Betrieb der Strassenbahnen durch Dampf und andere mechanische Motoren.

Bearbeitet von

Otto Büsing,

Ingenieur in Kleinburg bei Breslau. Technischer Director der Breslauer Strassen-Eisenbahn.

(Hierzu Tafel LXXXVIII und LXXXIX.)

I. Betrieb der Strassenbahnen durch feuerlose Locomotiven.

§ 1. Betrieb durch Federkraft. — Versuche, Wagen durch Federn zu betreiben, sind an einem Modellwagen in $^1/_6$ natürlicher Grösse in London von Leveaux gemacht worden. Die Federwerke wurden an den Endstationen, Uhrfedern gleich, durch eine kleine stationäre Dampfmaschine aufgezogen.

Die Uebertragung der Bewegung geschah durch Zahnräder, das Anhalten event. das Rückwärtsfahren durch eine Räderkuppelung, die auch als Bremse gebraucht wird. Die verschiedenen Anforderungen, welche an die Zugkraft des Wagens durch die örtlichen Verhältnisse (Curven und Steigungen) gestellt werden, liessen sich durch diese Construction, selbst unter Zuhülfenahme von Reservefedern, schwerlich befriedigen.

§ 2. Ueberhitzter Dampf. — In Chicago und New-York sind Versuche mit dem System Lamm gemacht, die Wagen der Strassenbahn mit Dampf zu bewegen, welcher von auf 190° überhitztem Wasser auf die Dauer der Fahrt abgegeben wird. Nachdem von der Maschine, welche beim Abgang 12 Atmosph. hatte, ein Weg von ca. 14 Kilom. zurückgelegt war, zeigte der Manometer noch 7 Atmosph.

Während der 9 Min. Aufenthalt am Endziel fiel der Manometer wenig, und war am Ausgangspunkte der Fahrt im Kessel noch eine Spannung von 3 Atmosph. Ueberdruck.

Die Wagen wurden durch eine kleine vorgespannte Maschine gezogen (welche den Kessel enthielt (siehe Fig. 4 auf Taf. LXXXVIII). An der Endstation angekommen, wurde das Wasser durch eingelassenen Dampf schnell wieder auf die für die neue Fahrt erforderliche Temperatur gebracht. Die Maschine zog einen Wagen mit 120 Personen.

Da der Druck bei fortschreitendem Weg abnimmt, so sind die Maschinen gefahrlos; kommen jedoch Steigungen vor, so erfordern sie so viel Dampf, dass hierdurch

der Weg, welchen die Maschine zurücklegen kann, sehr beschränkt wird. Cramp giebt an, dass um 1 % Steigung auf eine Länge von $5^1/_2$ Met. zu überwinden, so viel Dampf gebraucht wird, wie für 16 Met. auf der Ebene. Ebenso wird durch häufiges Anhalten die Leistungsfähigkeit der Maschine sehr beschränkt. Der abziehende Dampf wird nicht condensirt.

Betreffs der Dimensionen etc. dieser Kessel und Maschine verweisen wir auf unsere Quelle Engineer 1874 und die Eisenbahn No. 2, 1875. Nouvelles Annales de la Construction 1872, pag. 122 geben die Betriebskosten auf $^1/_6$ derjenigen des Pferdebetriebs an (? ?).

Eine Schwäche der Maschine in ihrer jetzigen Form ist entschieden die geringe Verwendbarkeit auf Strecken mit Steigungen, da sich die motorische Kraft während der Fahrt nicht ergänzen lässt.

§ 3. Durch comprimirte Luft. — Versuche, Strassenbahn-Wagen mit comprimirter Luft zu treiben, sind schon häufig in Amerika gemacht worden, ohne dass bisher Genaueres über das Gelingen derselben bekannt geworden ist.

Die grossen Schwierigkeiten, welche diesem System bisher noch entgegenstehen, sind hauptsächlich:

1) auf billigem Wege hochgespannte Luft herzustellen,
2) diese stark comprimirte Luft ohne Verlust zu conserviren,
3) die schädlichen Wirkungen der starken Abkühlung der comprimirten Luft zu beseitigen.

Die Abkühlung wird unter Umständen so bedeutend, dass die der Luft beigemischten Wassermengen beim Uebergange in die Maschine zu Eis erstarren und hierdurch Rohre wie Canäle verstopft werden. Um diesem Uebelstande zu begegnen, verwendet man wiederum kleine Oefen, um die Maschine zu erwärmen, wodurch indess die gute Schmierung derselben gefährdet wird. Heisses Wasser würde besser zur Erwärmung sein.

In New-Orleans wurde 1872 der erste Versuch gemacht, Tramway-Wagen mit comprimirter Luft zu befördern. Der Luft-Behälter war jedoch zu klein und gestattete nur einen kleinen Weg zurückzulegen.

Herr Scott Moncriff machte 1874 in Glasgow Versuche mit einem Wagen, der bei 14 Atmosph. Druck 1400 Met. zurücklegte.

Moncriff war der Ansicht, dass er mit einem Druck von 28 Atmosph. einen Weg von 2800 Met. zurücklegen könne.

So hohe Spannungen sind ungünstig und gefährlich.

Herr Deletrez construirte für Mékarsky einen Wagen mit vergrösserten und mit warmem Wasser umgebenen Reservoiren, um die comprimirte Luft und die Maschine warm zu erhalten. (Siehe umstehenden Holzschnitt Fig. 1.) Der Wagen hat unseres Wissens nur einige Touren in Brüssel und Paris gemacht.

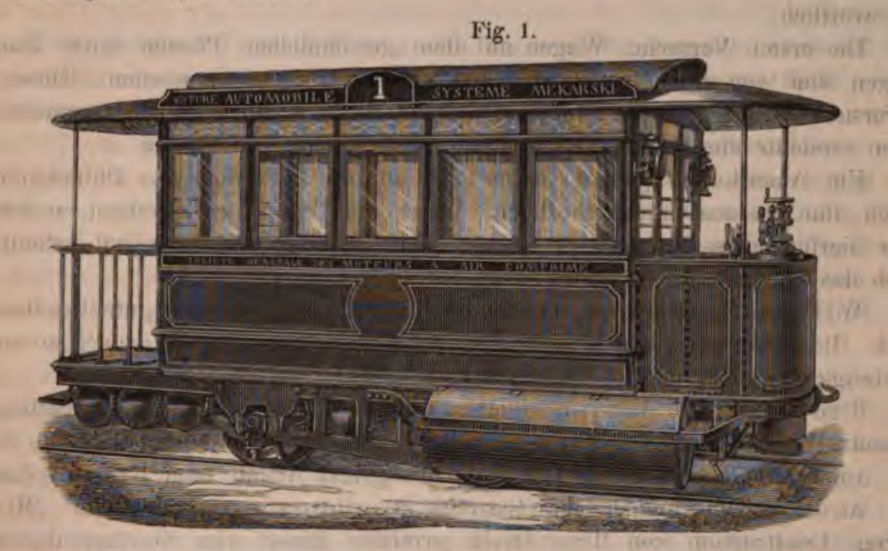
In Berlin sind im vorigen Jahre ebenfalls Versuche mit comprimirter Luft und überhitztem Dampf gemacht; die Form des Motors war ähnlich dem des Systems Lamm für überhitztes Wasser, und wurde derselbe dem Strassenbahnwagen vorgehängt.

Die erzielten Resultate waren aber durchaus unbefriedigend, und ging man auch dort zu Versuchen mit Dampf über. Ingenieur Spee, dessen Broschüre die vorstehenden Notizen zum Theil entnommen sind, giebt den Nutzeffect auf 20—25 % an. (Detaillirte Angaben über diese Maschine enthält die Broschüre von Spee, Exploitation des Chemins de fer Américains, Brüssel 1876).

Ebendaselbst finden sich auch Mittheilungen über Maschinen nach System Lamm, welche durch Ammoniak-Gas getrieben wurden. Die Versuche, Maschinen durch Ammoniak-Gas zu treiben, wurden in New-Orleans gemacht, und es ergab sich, dass die Differenz in der Spannung der Gase bei der Abfahrt und nach zurückgelegtem Weg von 11 Kilom. bei der Ankunft nur 0,7 Atmosph. betrug. Die Amoniak-Gase zerstören jedoch sehr schnell die Maschine, und ist es schwer, die Behälter derselben dicht zu halten.

Auch mit comprimirter Kohlensäure sind Versuche gemacht, die aber ebensowenig zu einem günstigen Resultate geführt haben, da die Herstellung so grosser Quantitäten Kohlensäure zu kostspielig und ausserdem die starke Comprimirung bis auf 20 Atmosph. zu gefährlich ist.

Fig. 1.



Es sei schliesslich noch eines Versuches erwähnt, der in Edinburgh mit einer Maschine gemacht worden ist. Jene Maschine wurde mit Dampf und mit comprimirter Luft getrieben. Der Kessel hatte eine Dampfspannung von 10 Atmosph., es genügten aber 4 Atmosph., um die Maschine und den Wagen auf horizontalen Strecken zu bewegen, und wurden die übrigen 6 Atmosph. dazu verwendet, um durch eine Luftpumpe Luft in Reservoiren zu comprimiren. Diese wurde nachher bei starken Steigungen als Reservekraft verwendet. Fuhr die Maschine im Gefälle, so wurde nicht gebremst, sondern es wurde (wie bei der Rigibahn zu gleichem Zweck) die überschüssige Kraft verwendet, um Luft zu comprimiren und hierdurch die Geschwindigkeit zu hemmen. Auch die so erzielte comprimirte Luft wurde auf Steigungen wieder verwendet. Es scheint uns eine derartige Combination zweier Treibkräfte zu allzu complicirten Constructionen zu führen, was mit dem vorliegenden Zweck nicht wohl verträglich ist.

II. Betrieb der Strassenbahn-Wagen durch Dampf.

§ 4. Allgemeines. — Nachstehend sollen ausschliesslich diejenigen Maschinen für Strassenbahnen betrachtet werden, welche speciell dafür projectirt worden sind, den Dienst in bebauten Strassen zu versehen, nicht aber die für die städtischen Aussenlinien (Dampf-Omnibus), deren Construction und Gesammtcharakter sich mehr den Secundärbahnen nähern. (System Latta, Fairlie (s. Schrift von Heinrich Simon, Manchester 1870) Brunner (s. Taf. XLII u. p. 207) Rowans etc.

Uebrigens ist die Ausbildung der Strassen-Dampfwagen noch im Stadium des Versuchs begriffen. Wir finden eine Reihe zwar gelungener, aber noch nicht durch längeren Betrieb bewährter Maschinen in diesem Fach, jedoch geben manche der vorliegenden Constructionen begründete Aussicht auf günstigen Erfolg. Und wie die Frage des Dampfbetriebes auf Strassenbahnen nur eine Zeitfrage ist, so wird auch die hier und da noch mangelhafte Construction der Strassenbahn-Locomotiven unzweifelhaft mit der Zeit mehr und mehr der Vollkommenheit zugeführt werden.

§ 5. Aeltere Versuche mit Dampfwagen auf gewöhnlichen Strassen. — Um einen Ueberblick über die geschichtliche Entwickelung der Dampfanwendung zu geben, entnehmen wir einem Vortrag des Ingenieurs Cramp in London, welcher im Auszug in der Eisenbahnzeitung (No. 2 u. 3 1875) mitgetheilt ist, Folgendes theils wörtlich.

Die ersten Versuche, Wagen auf dem gewöhnlichen Pflaster durch Dampf zu bewegen, sind von einem Dr. Robinson gegen 1770 gemacht worden. Diesen folgten Versuche von Murdoch 1785, welcher die Heizung durch Spiritus bewirkte. Der Wagen erreichte eine Geschwindigkeit von 12,8 Kilom. pro Stunde.

Ein Amerikaner Evans stellte 1786 an die Behörden von Philadelphia das Gesuch, ihm das ausschliessliche Recht, Wagen mit Dampf zu betreiben, zu ertheilen, wurde hierfür indess für verrückt erklärt. Die Behörde von Maryland ertheilte ihm jedoch das Monopol für 14 Jahre.

William Sinnington machte 1787 ein Modell, welches gute Resultate versprach. Bei Ausführung des Modells für den Betrieb begegnete er jedoch so manchen Schwierigkeiten, dass er das Project aufgab.

Trevithik und Vivian erhielten 1802 ein Patent auf die Construction eines Locomotiv-Wagens, welcher mit 14,5 Kilom. per Stunde mehrere Tage in London lief. Anno 1805 bauten sie für das Kohlenbergwerk Wylau eine Tramway-Locomotive. An dieser Maschine machte George Stephenson seine Studien. Mit einer späteren Construction von Trevithik erreichte dieser eine Geschwindigkeit von 19 Kilom. per Stunde; da aber die Unebenheiten der Strassen dem Betriebe grosse Schwierigkeiten bereiteten, gewann er die Ueberzeugung, dass die Verbesserung der Strassen zunächst vorzunehmen sei. Seine Maschine war die erste, welcher Wagen zum Vermiethen für Personen angehängt wurden.

Mr. Brunton nahm 1802 ein Patent auf eine Erfindung, bei welcher die Vorwärtsbewegung durch Hebel, ähnlich dem Bein eines Pferdes, bewerkstelligt wurde.

Eine Construction von Julius Griffiths von Brompton Middlesex wurde wegen ungenügender Dampfentwickelung beseitigt.

Im Jahre 1824 machten Burstall und Hill Versuche, welche jedoch wegen schlechter Kessel-Construction misslangen. Gordon machte im gleichen Jahre Versuche mit einer Maschine mit 6 Beinen, die sich, je nach der Unebenheit der Strassen, durch Federn verkürzten und verlängerten. 1825 construirte Gurney eine Maschine, bei welcher Räder und Hebel vereint wirken sollten. Auch diese Maschine wurde verworfen.

Samuel Brown verfertigte 1826 eine Gasmaschine, die er vor einen Wagen legte und mit diesem den Schooter Hügel erstieg.

Gurney verbesserte 1828 seinen Wagen und bewegte denselben durch ein Treibrad. Das Aeussere des Wagens glich dem einer gewöhnlichen Kutsche. Dieser Wagen war 18 Monate im Betrieb und lief in dieser Zeit in der Hügelgegend zwischen Cramford-Brigs und Bath mit 31—40 Kilom. Geschwindigkeit per Stunde.

Anderson und James machten 1829 mit ihren Wagen auf frisch bekiester Strasse durch Epping Forest eine Fahrt mit einer Geschwindigkeit von 20—25 Kilom. per Stunde. Der Wagen war mit 15 Personen nahezu 3 Tonnen schwer, hatte 4 Räder und wurde durch die beiden Hinterräder getrieben. Der Dampfkessel hatte gewöhnliche Gasrohre, die jedoch dem Druck von 20 Atmosphären schlecht widerstanden. Die Maschine hatte zwei Cylinder von nur 63^{mm} Durchmesser.

Walter Hancock baute zu gleicher Zeit einen Wagen mit drei Rädern (The Infant). Dieser Wagen, der erste mit drei Rädern, machte Fahrten von Stratford nach Croidon und Hounslow und ging am gleichen Tage wieder zurück.

Sodann lief »The Infant« von Stratford nach London mit solchem Erfolg, dass Hancock noch mehrere Wagen nach dem gleichen Modell construirte. Der grosse Vorzug dieses Wagens war die ökonomische Disposition der Maschine, ein ausgiebiger Kessel, oscillirende Cylinder und luftdichter Aschenkasten, so dass kräftiger Zug entstand; die Räder waren sehr gut ausgedacht, leicht an Metall und doch widerstandsfähig und leicht zu repariren. »The Infant« fuhr 1832 zwischen Paddington und der City. Im gleichen Jahre wurde die »Era« zum Dienst auf der Strasse zwischen London und Greenwich gebaut. Den 31. Octbr. fuhr Mr. Hancock, begleitet von einigen Gelehrten, mit einer Geschwindigkeit von 14 Kilom. per Stunde, nach Brighton; den Red Hill, wo die Familien-Kutschen 6 Pferde brauchen, erstiegen sie mit einer Geschwindigkeit von 10 Kilom. per Stunde. Dabei zeigte sich, dass der Wasser- und Kohlenvorrath nicht gross genug war, und so konnten sie ihre Reise erst am folgenden Tag wieder fortsetzen.

Auf der Rückreise wurde eine Wegstrecke von $1^1/_2$ Kilom. Länge bergan mit einer Geschwindigkeit von 27 Kilom. per Stunde zurückgelegt, die Halte abgezogen. So fuhr »The Infant« in 6 Stunden nach Brighton. Ein Jahr später baute Hancock den »Entreprise« für eine Gesellschaft zum Dienst zwischen Paddington und City, welche Distanz in weniger als einer Stunde zurückgelegt wurde. Er wurde vom Magistrate in Strafe genommen, weil sein Wagen nicht wie eine gewöhnliche Miethskutsche aussah. Im Sommer vollendete er eine neue Dampfkutsche, »Autopsy«, in welcher er nach Brighton und nächsten Tages bei der Rückfahrt über London Bridge und durch den belebtesten Theil der City fuhr, um zu zeigen, wie sicher diese Wagen gelenkt und wie leicht im Gedränge der bevölkertsten Stadt alle Störungen vermieden werden können. Im October fuhr die »Autopsy« 4 Wochen lang ohne Unterbrechung zwischen Finsbury-Square und Petonville, im Dienst einer Gesellschaft. Im Frühjahr 1834 erhielt Hancock von einem Wiener den Auftrag, einen Dampfwagen zu construiren, welcher dann den vielfachsten Untersuchungen unterzogen wurde und 16 Pers. mit $22^1/_2$ Kilom. Geschwindigkeit per Stunde auf horizontaler und mit $14^1/_2$ Kilom. Geschwindigkeit per Stunde auf ansteigender Strasse zog. Im gleichen Jahre vollendete er die »Era« und liess dann zwei Wagen zwischen City, Moorgate Street und Paddington laufen, mit denen er vom 18. August bis November 4000 Personen beförderte. Zugleich verschiffte er, auf Verlangen einiger Irländer, einen seiner Wagen nach Dublin, wo derselbe mit Erfolg benutzt wurde und mit 29 Kilom. Geschwindigkeit per Stunde die Runde um den St. Stephans Green machte; es war dieses die grösste mit diesem Wagen erreichte Geschwindigkeit.

Im Jahre 1836 gingen Hancock's Wagen auf der Paddington-Strasse und legten in 5 Monaten 6750 Kilom. zurück, indem sie 525 Fahrten von der City nach Islington und zurück, zum Preise von 1 Schilling, 143 nach Paddington und zurück, 44 nach Stratford und zurück machten und das Innere der City 200 Mal durchfuhren.

So bewies Hancock in den Jahren 1830—37 mehr als irgend Jemand vor ihm, was in der Praxis mit Dampfwagen auf Strassen geleistet werden könne.

Der von ihm benutzte Dampfkessel war sehr einfach und ausgiebig. Er hatte einen Querschnitt von 0,18 Quadratmet. und eine Höhe von 0,912 Met. und bestand aus flachen 0,05 Met. weiten Zellen. Die Treibräder wurden nicht direct, sondern von der Kurbelachse aus durch eine Kette ohne Ende bewegt. Der Abstand der beiden Achsen wurde durch Eisenstangen inne gehalten, so dass die gewöhnlichen Wagenfedern auch über den Treibrädern angewendet werden und die Schwankungen des Kastens der Kutsche keinen störenden Einfluss haben konnten. Wenn der Wagen still stand, wurde einfach ausgekuppelt, und dann pumpte die Maschine Wasser, oder Luft zum Beleben des Feuers. Die Lenkung des Wagens wurde durch ein Getriebe mit Kette bewerkstelligt. Es waren zwei Systeme von Roststäben vorhanden und so placirt, dass, wenn das eine zum Reinigen zurückgezogen wurde, das andere gereinigt an dessen Stelle kam.

Hancock hatte somit bewiesen, dass für schnellen Transport von Reisenden keine schweren Wagen nöthig seien. Er war der Erste, der den Dampf durch ein sehr enges Dampfrohr und den Abdampf durch ein Reservoir und von da an in fein zertheiltem Zustande in die Feuerbüchse und ins Freie leitete.

Im Jahre 1831 fuhr ein Wagen von Ch. Dance zwischen Gloucester und Cheltenham, welchen Weg von $14^1/_2$ Kilom. er während vier Monaten 4 Mal im Tage, in Zeit von 55 Min. und zum Preis von 1 Schilling, zurücklegte, im Ganzen 5800 Kilom. und beförderte nahezu 3000 Personen. Als die Behörden die Strassen mit Kies überschütten liessen, musste er seine Fahrten, welche der Dampfwagen 315 Mal gemacht hatte, einstellen, um nicht Unfälle zu riskiren.

Dance kam mit seinem Wagen 1833 nach London und erreichte mit demselben eine Geschwindigkeit von $25^1/_2$ Kilom. per. Stunde. Im November wurde die Maschine mit einem angehängten Omnibus, im Ganzen 6 Tonnen schwer, auf die Holyhead road gestellt. Die Maschine hatte zwei Cylinder von 0,177 Met. Durchmesser und 0,40 Met. Hub und 7 Atmosph. durchschnittlichem Dampfdruck im Kessel. Die mittlere Geschwindigkeit auf einer Strecke von 84 Kilom. betrug 11 Kilom. per Stunde, der Kohlenverbrauch 0,02 Cubikm. per Kilom.

Im Jahre 1831 construirten Ogle & Summer einen Dampfwagen, mit dem sie auch auf feuchten und zum Theil frisch bekiesten Strassen eine Geschwindigkeit von 51—55 Kilom. per Stunde erreichten. Derselbe soll vom Schlagbaum in Southampton bis zum vierten Meilenstein auf der Londoner Strasse mit Reisenden beladen auf einer continuirlichen Steigung mit 29 Kilom. Geschwindigkeit per Stunde gefahren sein, hatte 17 Atmosph. Dampfdruck und legte 1300 Kilom. ohne Unfall zurück.

1833 fuhr Oberst Macerone mit seinem Dampfwagen und 11 Passagieren von London nach Windsor und zurück mit einer Geschwindigkeit im Mittel von 20 Kilom. per Stunde.

1834 eröffnete Scott Russel einen regelmässigen Dienst mit Dampfwagen zwischen Glasgow und Paisley, bis ein Radbruch und Verletzungen, die dabei stattfanden, die Behörden veranlassten, die Verwendung der Dampfwagen zu verbieten.

Dr. Church, Messrs. Maudsley und Andere, liessen Dampf-Omnibusse laufen, mussten aber wegen der hohen Strassengelder mit Geldverlust davon abstehen.

Zur Zeit der obigen Versuche in England versuchten sich mehrere Amerikaner auf demselben Gebiete, ohne dass wir über die Einzelheiten genaue Notiz geben könnten. Es wurden von 1830—40 in Boston verschiedene Dampfwagen gebaut, zuletzt

von J. K. Fischer, der 19 Jahre lang experimentirte. Die Ursache seines Misslingens scheint nach der Ansicht englischer Ingenieure die gewesen zu sein, dass eben Dampfwagen nie auf gewöhnlichen Strassen ökonomisch vortheilhaft laufen können. Der Verfasser bedauert, aus Mangel an Raum die sinnreichen Details der Wagen Fischer's, die ein sehr nettes Aussehen hatten, nicht mittheilen zu können.

Lake. Im Jahre 1870 construirte J. D. Lake eine Strassenlocomotive, welche in Chicago probirt wurde und deren Verbesserung darin bestand, dass die bewegende Kraft durch Räderübersetzung wirkte und zweierlei Treibräder, für leichte Lasten mit schmalen und für schwere mit breiten Radreifen, angebracht waren.

System Nairn. Nairn verwendete einen Dampfwagen, der kaum von einem gewöhnlichen von 3 Pferden gezogenen Omnibus zu unterscheiden war. Das Kamin ging rückwärts unter den Sitzen der Imperiale durch. Das Leitrad lief in einer Gabel und wurde durch ein Steuerrad gelenkt. Er fasste 50 Personen, hatte beladen ein Gewicht von $10^1/_2$ Tonnen und fuhr 4 Monate lang 12 Mal per Tag den 5 Kilom. langen Weg von Edinburgh nach Portebello. Plötzlich wurden seine Fahrten eingestellt, wahrscheinlich wegen des feuergefährlichen Kamines. (Siehe auch The Engineer 1870, pag. 49—52).

§ 6. Erste Versuche des Dampfbetriebs der Strassenbahnen. — System Latta. Auf dem Cincinnaty Tramway wurde 1859 ein Dampfomnibus probirt, dessen Erbauer A. B. Latta war; derselbe arbeitete erfolgreich und führte 80 Personen. Zur gleichen Zeit wurde ein solcher von Messrs. Grice & Long in Philadelphia construirt und auf den dortigen Tramways mit einem Dampfdruck von $3^1/_2$ Atmosph. benutzt. Derselbe machte nicht nur den vorgeschriebenen Weg schneller als Pferde, sondern zog je nach Bedürfniss noch einen Omnibus. Schon 1860 waren 6 Dampfwagen von ganz verschiedenen Constructionen in den Vereinigten Staaten in Gebrauch, bei denen sich Dampfkessel und Maschine im Innern des Wagens befanden und das Ganze auf Bogies ruhte. Immer mannigfachere Erfindungen tauchten auf, aber ohne besonderen Erfolg zu haben, bis G. F. Train ein Patent für einen verbesserten Dampfomnibus für Strassenbahnen erhielt. Er beanspruchte den Gedanken, eine Dampfmaschine auf der Plattform eines gewöhnlichen Wagens anzubringen, als neu, sowie gleichfalls seine Vorrichtung zum Lenken desselben.

Im Jahre 1870 lieferte in Paris ein Strassendampfer mit mit Gutta-Percha gefütterten Radreifen sehr befriedigende Resultate. Seine Zugkraft war gross genug, um einen schweren mit 150 Passagieren gefüllten Omnibus vorwärts zu bewegen. Die französische Regierung gestattete, dass diese Dampfwagen zwei Strassen auf eine Länge von 3—4 Kilom. benutzten, und die Staats-Ingenieure constatirten, dass diese Maschine lenksamer und praktischer, als die Pferde-Omnibusse, und für das Publikum in keiner Weise gefährlich sei. In Folge der Anwendung von Kautschuk erhielt die Strasse keine Gleise, und die Maschine selbst ging sehr ruhig und ohne Stösse. Ihre Geschwindigkeit war die eines gewöhnlichen Omnibus, mit der sie z. B. den Trocadero (eine Steigung von $11^0/_0$) hinauf und ohne Bremse hinunter fuhr.

Thomson. Im Frühling 1870 bildete sich eine Gesellschaft, um Thomson's Strassendampfer in Montreal einzuführen, nachdem einer derselben in Edinburgh die Probe bestanden und einen Omnibus mit 60 Personen durch die Strassen dieser Stadt gezogen hatte. Die Felgen der Treibräder waren mit Kautschuk gefüttert, ebenso die Räder des auf guten Federn sitzenden Omnibus. Die Bewegung war so sanft, dass man das Anfahren der Maschine gar nicht verspürte.

Der Maschinenmeister Anderson sagt in seinem Bericht über diese Maschine, dass durch Einführung von Kautschuk-Bandagen der Verwendung von Dampfbetrieb auf gewöhnlichen Strassen eine bedeutende Zukunft eröffnet sei. Bei den Versuchen, welche mit dieser Maschine angestellt wurden, kommen Kautschuk-Bandagen von 0,30 Met. Breite und 0,12 Met. Dicke und umhüllt mit einer Stahlbandkette (Stahlreifen ?), welche allein mit dem Boden in Berührung trat, zur Verwendung. Sie befuhr starke Steigungen, lief am Meeresufer und beförderte schwere Lasten mit Leichtigkeit und ohne Pferde irgendwie zu erschrecken.

Salomon. Peter Salomon liess sich 1871 einen Tramway-Dampfwagen patentiren, durch expandirendes Oelgas und Dampf, der beim Verbrennen des Oelgases entstand, getrieben. Er schlug ebenfalls die Verwendung von comprimirtem Gas vor, welches aus Reservoiren entnommen wurde, um eine Maschine ohne Feuerung zu erzielen.

Todd. Mehrere Patente wurden L. J. Todd für seine Verbesserungen für Dampfwagen verliehen. Er selbst machte von seinem »New Pony« folgende Beschreibung: Er entwickelt ausgiebig Kraft zum Anfahren wie zum Anhalten, kann in jeder Richtung fahren und in den schärfsten Curven wenden; der Mechanismus ist verdeckt und doch leicht zugänglich, geräuschlos, ohne Rauch- und Dampfwolken zu entwickeln und ohne Funken auszuwerfen, kann durch einen Mann bedient werden, ist mit einer kräftigen Dampfbremse versehen, nicht complicirt und von schönem Aussehen. Die Maschine hat aussenliegende Cylinder und fährt auf 4 gekuppelten Rädern von 0,83 Met. Durchmesser mit einer Spurweite von 1,20 Met. Der Kessel hält im Vergleich zur Heizfläche ein grosses Wasserquantum, so dass eine Erhöhung der Dampfspannung nicht plötzlich eintreten kann, und für mehr als eine halbe Stunde ohne Speisung genügt. Das Feuer braucht während der Fahrt keine Bedienung sondern muss ebenso wie die Speisepumpen nur an den Stationen nachgesehen werden. Der »New Pony« trägt 4 Centr. Coke und 450 Liter Wasser.

System Baxter. Auf einer sehr bevölkerten und zugleich steilen Strasse in Ilion, New York, wurde 1872 Baxter's patentirter Strassenwagen probirt und Curven von weniger als 15,2 Met., sowie Steigungen von 7—8 % mit einer Geschwindigkeit von 40 Kilom. per Stunde befahren. Im März 1873 versuchte die City-Eisenbahn-Compagnie den von Remington und Sons in Ilion für sie gebauten Dampfwagen, der mehrere Rundfahrten durch die Marktgasse machte und von seinem Führer mit der grössten Leichtigkeit gelenkt wurde, zu völliger Befriedigung. Er fuhr in der Marktgasse auf und ab und verursachte nicht die geringste Aufregung unter den circulirenden Pferden und Mauleseln. Der American Artizan erwähnt in seinem Heft vom 22. März 1873 des Remington Dampfwagens nach dem Patent von Baxter, welcher in St. Johns bei Newark auf der Bloomfield-Strasse zur vollkommensten Befriedigung fuhr. Derselbe fährt schnell an, kann schneller als ein mit Pferden bespannter Wagen angehalten werden und geht rasch durch Curven und Weichen, ohne die geringste Verzögerung der Bewegung, ohne Geräusch zu verursachen und ohne Rauchwolken zu verbreiten. Er zog 50 Personen auf der Steigung von $7^1/_2$ % und zwar ohne seine Maximalkraftentwickelung zu bedürfen, welche durch die facultative Wirkung von directem Dampf in den Niederdruck-Cylinder erreicht wird. Bereits wurde je ein solcher Wagen auf jede der 4 verschiedenen Strassen geliefert, und die Berichte über dieselben sollen sehr günstig lauten. Der Kohlenverbrauch per Kilom. war 6 Kilogr.

System Grantham. Der verstorbene J. Grantham bewarb sich 1871 um ein Patent für Verbesserungen von Dampfwagen für Tramways. Sein Wagen (Fig. 6—8

auf Taf. LXXXVIII) war, wie die beschriebenen, mit Dampf betrieben. Er placirte die Maschine in die Mitte des Wagens auf beiden Seiten. Jeder dieser Räume enthielt einen Kessel, Wasser- und Kohlenbehälter und automatische Feuerung. Diese Räume mussten natürlich verschaalt werden, damit die strahlende Wärme die Personen im Innern des Wagens nicht belästigte. Der Führer steht auf der vorderen Plattform und dirigirt den Mechanismus durch Hebel. Das Umsteuern der Maschine geschieht mit Leichtigkeit durch Hebelübersetzung; die Räder auf der einen Seite haben keine Spurkränze, um den Gang in engen Curven zu erleichtern. Die Kessel sind durch eine Röhre untereinander und mit einem Dom verbunden, der zwei Sicherheitsventile trägt. Die Cylinder sitzen am Wagenrahmen und arbeiten in gewöhnlicher Weise. Der Wagen enthält 44 Plätze, wovon 20 im Innern, 24 auf dem Verdecke sind. Das Gewicht im Betriebe ist 8 Tonnen. Die Räder sind nicht gekuppelt. Die Laufräder sitzen auf einer Achse, welche in der Mitte gekuppelt und eine relative Bewegung des einen gegen das andere Rad zulassen, um die Curven leicht passiren zu können (siehe Wagendetails Fig. 2f, Taf. LIX.) Der Achsstand ist 3.00 Met.

Fehler dieser Construction sind, dass die Treibräder, da sie nicht gekuppelt, zu wenig Adhäsion haben, ferner ausser dem zu grossen Radstand, ungenügende Dampfentwickelung besitzen und dass Rost und Kessel nicht leicht gereinigt werden können, wodurch die Construction auch gefährlich wird. Genaueres über Grantham's Maschine siehe auch Engineer V. 33, pag. 64, 69, 130, 134, 1872 Scientific American No. 30, pag. 34, 1874.

System Gowans. Im October 1871 erhielt J. Gowans in Edinburgh ein Patent für einen verbesserten Dampfwagen zum Ziehen oder Stossen auf Tramways. Die Erfindung besteht darin, dass Kessel und Maschine im Innern eines besonders construirten Wagens so placirt werden, dass sie vollständig verdeckt und direct von den auf den Tramway-Schienen laufenden Rädern getragen werden. Die Cylinder der Maschine liegen geneigt, ihre Kolbenstangen sind mit einer Kurbelachse verbunden, welche an beiden Enden in Zahnräder eingreift und dieselben in Bewegung setzt. Der Abdampf geht in einen Luftcondensator, in welchem er durch die Luft eines mittelst der Maschine getriebenen Windflügels abgekühlt wird. Zur Führung in den Curven dient eine Mittelschiene, auf die eine Leitstange vom Wagen herabgelassen werden kann, damit die Vorderräder nicht forcirt werden (?). Es ist dem Verfasser nicht bekannt, ob dieser Wagen je ausgeführt wurde, er glaubt aber, dass die Art der Führung des Wagens in Curven durch eine Mittelschiene nicht praktisch ist, da die Vertiefung in derselben sich mit Sand und Steinen verstopfen muss und weil, wenn der Führer die Leitstange zu früh auslöst, die Strassenoberfläche aufgekratzt wird.

Ch. Randolf. Im gleichen Monat empfing Ch. Randolf von North Britain ein Patent für eine Verbesserung einer gewöhnlichen Strassen-Locomotive. Der Wagenkasten ruht auf zwei Paar Rädern, hat die Form einer gewöhnlichen Kutsche und enthält 3 Abtheilungen, deren mittlere die Reisenden, die vordere den Führer mit dem Steuerungsmechanismus und Controlhebeln und die hintere den Kessel, Maschine, Wasser- und Kohlenvorrath enthält.

Der stehende Kessel hat im Innern eine Feuerbüchse mit einem cylindrischen Rauchfang. Die untere Partie des Kessels ist erweitert zur Vergrösserung der Rostfläche und so construirt, dass er mit Leichtigkeit auseinander genommen werden kann. Zu beiden Seiten desselben stehen ganz getrennte Maschinen, welche unter sich und mit der vorderen Abtheilung so verbunden sind, dass der Steuermann dieselben vollkommen in der Hand hat. Obgleich untereinander verbunden, arbeiten sie ganz unab-

hängig, so dass die Räder in Curven verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeiten annehmen können. Der Abdampf wird durch Röhren in einen kreisförmigen Raum, welcher das Kamin umhüllt, geführt; aus diesem tritt der Dampf in Form eines ringförmigen Strahles in den Rauchfang und vermehrt den Zug, ohne viel Geräusch zu verursachen. Der Dampf der Sicherheitsventile macht denselben Weg. Der Zug ist durch eine Klappe, die auf dem Boden des Aschenbehälters sitzt, regulirt und durch Hebelstangen in der Gewalt des Führers.

System Robinson. Im Jahre 1873 erwähnt »Scientific American« eines von Robinson erfundenen Wagens, welcher nach der Meinung des Verfassers bedeutende Verbesserungen zeigt und in den Details sehr sinnreich ist. Der Kessel ist in einer vorderen Abtheilung eingeschlossen und steht auf dem Rahmen eines Bogies von eigenthümlicher Construction im Drehzapfen, so dass er sich auf der Steigung senkrecht einstellen kann. Die horizontalen Cylinder liegen zwischen den Treibrädern, mit welchen die Kolbenstangen durch eine Gabelführung verbunden sind. Hinten auf dem Wagengestell steht der Condensator. Diese Novität ist mit Erfolg auf den Strassenbahnen von Portland und Gorham, in den Vereinigten Staaten verwendet.

§ 7. System Perkins. — Kürzlich wurden auf der Manchester-Sheffieldbahn zwischen den Stationen Grange-Cane und Fynsley mit einer von der Yorkshire Maschinenbau-Gesellschaft construirten Tramway-Locomotive Versuche angestellt. Sie ist nach dem von L. Perkins patentirten System für die belgische Strassenbahn-Gesellschaft in Brüssel gebaut. (Siehe Fig. 5, Taf. LXXXVIII.) Die Neuerung bei dieser Maschine besteht darin, dass sie weder Rauch noch Dampf entwickelt und verhältnissmässig wenig Geräusch macht. Sie arbeitete mit Dampf von 35 Atmosphären Druck und behielt denselben ohne künstlichen Zug. Diese Hoch- und Niederdruckmaschine expandirt den Dampf bis zur äussersten zulässigen Grenze und condensirt denselben durch Luft in zwei Oberflächencondensatoren, die zu beiden Seiten des Kessels stehen. Die Maschine kann hinten und vorn gesteuert werden, da der ganze Mechanismus doppelt vorhanden ist, um Drehscheiben zu vermeiden. Sie zieht ihre volle Ladung auf Steigungen von 5—12% mit einer Geschwindigkeit von 24 Kilom. per Stunde. Der Kessel wurde auf 186 (! ?) Atmosph. probirt. Sie hat ein einziges Treibrad mit Gutta-Percha-Umhüllung, welches auf den Steinen zwischen den Schienen läuft; dasselbe wird zugleich zum Steuern benutzt.

§ 8. Die Société metallurgique et charbonnière belge. — (Taf. LXXXVIII, Fig. 1—3 hat neuerdings einen Motor construirt, der auf der Strecke vom Bois de la Cambre nach Brüssel versucht wurde. Er zeigt keine neuen Organe; man hat sich begnügt, nachdem man sich über die Bedingungen klar geworden, denen eine solche Maschine zu genügen hat, ihn aus geeigneten Elementen zusammenzusetzen.

Dieser Motor sieht wie ein gewöhnlicher Wagen aus, er wird von 2 Paar gekuppelten Rädern getragen, der Radstand ist der einer gewöhnlichen Kutsche. Der Kasten schliesst einen mit Coke geheizten Belleville-Kessel ein; dieser Kessel ist der Typus der rasch Dampf entwickelnden Röhrenkessel, dem auch die Generatoren von Perkins, Root, Howard etc. angehören; die Reinigung ist sehr einfach. Der Kessel wird selbstthätig durch eine kleine Dampfpumpe gespeist. Der wegen der späteren, leichteren Condensation etwas überhitzte Dampf wirkt auf eine dreicylindrige Dampfmaschine, System Brotterhood.

Der abgehende Dampf zieht durch einen Oberflächen-Condensator, welcher nach Gegenstrom-Princip construirt ist. Der noch übrigbleibende Dampf, sowie die in ihm enthaltene Luft entweichen durch den Schornstein. Die Versuchsmaschine hatte den

angel, unvollkommen zu condensiren, wenn die Atmosphäre weder trocken noch arm war; man sah die Nothwendigkeit ein, die Condensations-Oberfläche zu verrössern, die bei der neuen, gegenwärtig in Tubize zusammengestellten Maschine, elche nächstens probirt werden soll, verfünffacht worden ist.

Obgleich aus denselben Constructionstheilen, wie die erste bestehend, unterheidet sie sich doch durch einige Modificationen von derselben; die Uebertragung der ewegung, die der Geräuschlosigkeit wegen durch Schnecke und Schneckenrad gehah, ist durch Zahnräder bewerkstelligt worden, welche sich weniger abnutzen und eniger Reibung verursachen; es ist gelungen, das Geräusch mit Hülfe eines auf der reibachse befindlichen Schwungrades zu beseitigen. Um das Schmieren der Maschine ı erleichtern, wurde dieselbe horizontal auf einer der Plattformen in der Nähe des onducteurs angebracht. Die erste Maschine hat in den Strassen von Brüssel mit rösster Sicherheit gelaufen. Der vornstehende Conducteur hält mit der einen Hand en Regulator, mit der anderen die Bremskurbel und bleibt somit vollständig Herr der ewegung; er kann anfahren, die Geschwindigkeit ändern und nach Belieben anhaln. Am Ende der Fahrt wird die Maschine losgekuppelt und, ohne dass man sie ı drehen braucht, an die Spitze des Zuges gestellt; der Conducteur stellt sich vorn ıf. Der im Innern des Gehäuses befindliche Heizer wendet seine ganze Aufmerksamkeit em Feuer und dem Wasser zu. Die Maschine wiegt ungefähr 6 Tonnen; sie trägt einen ır den Weg von 7 bis 8 Kilom. genügenden Vorrath von Coke und Wasser bei sich.

Die Versuche, welche man nächstens mit der neuen modificirten Maschine anellen wird, werden ergeben, ob die oben angedeuteten Mängel beseitigt worden sind.

§ 9. System Merryweather. — Die im Jahre 1873 auf der südlichen Tramays von Paris versuchte Maschine ist ein kleiner Motor von Merryweather in ondon, dem bekannten Constructeur von Dampf-Feuerspritzen. Er gleicht diesen pparaten, man hat aber eine besondere Einrichtung getroffen, um das heftige Enteichen des abziehenden Dampfes zu vermeiden, indem man den Dampf theils unter en Rost, theils in den Schornstein führte. Dieses schon früher versuchte Mittel giebt ein günstiges Resultat, namentlich bei feuchtem und kaltem Wetter.

Die Pariser Maschine von Merryweather hat folgende Hauptdimensionen:

Die Maschine besitzt 6 Pferdekräfte. Der Kessel ist $1^m,70$ lang, hat $0^m,82$ urchmesser und 114 Heizröhren, mit einer Heizfläche von 9 □^{m}. Der Raddurchesser ist $0^m,62$, die Achse ist gekröpft.

Die zwei Dampfcylinder sind horizontal gelegt und haben $0^m,155$ Dtr. Der olbenhub ist $0^m,25$. Der Radstand ist $1^m,40$. Die Räder sind gekuppelt. Die Bremse ird mittelst eines Trittes mit dem Fusse in Bewegung gesetzt.

Die ganze Maschine ist mit einem Holzkasten umkleidet, die unteren Organe nd bis ganz unten mit Eisenblech gedeckt. Als Brennmaterial wird Coke genomen. Das Gesammtgewicht der Maschine mit gefülltem Wasserreservoir und incl.) Kilogr. Coke ist 3200 Kilogr. Der Betrieb auf der Strecke Gare Montparnasseastille wird ausschliesslich mit diesen Maschinen geführt.

Diese Maschinen laufen ausserdem noch auf der Strecke Bastille-St. Mandé. uf der Strecke Gare Montparnasse-Bastille laufen 7 Maschinen. Auf der zweiten trecke laufen ebensoviel; es sind demnach 14 Maschinen in Betrieb. Ausserdem sind och eine Anzahl Reserve-Maschinen vorhanden, ca. 50%

Neuerdings sind bei der Casseler Tramway von Merryweather und Sons gebaute ramway-Locomotiven mit Condensation in Betrieb gekommen. Die Maschine, den arisern in der Haupt-Construction gleich, arbeitet mit 18—20 Pferdekräften, sie hat

einen cylindrischen horizontal liegenden Röhrenkessel von ca. 800mm Durchmesser, einen viereckigen Feuerkasten mit doppelten durch Stehbolzen versteiften Wandungen, an dem einen Ende und einer cylindrischen Rauchbüchse mit Schornstein an dem anderen Ende, ebenso wie bei unseren gewöhnlichen Locomotiven.

Die Feuerthür befindet sich jedoch nicht am hinteren Ende des Feuerkastens, sondern seitlich, wo der Stehplatz des Maschinisten angebracht ist, damit dieser sowohl beim Vor- als Rückwärtsfahren stets die freie Aussicht auf die Bahn und den Zug behält. Der Kessel wird mit Coke gefeuert und liefert vermöge der grossen Heizfläche sehr rasch den erforderlichen Dampf; letzterer wird mittelst eines horizontalen Regulatorschiebers, welcher in einem kleinen Dom auf dem cylindrischen Kessel angebracht ist und leicht vom Stehplatz des Maschinisten aus zu handhaben ist, den unter dem cylindrischen Kessel horizontal liegenden beiden Dampfcylindern zugeführt, welche mit Steuerungsorganen zum Vor- und Rückwärtsgang, ähnlich wie bei den gewöhnlichen Locomotiven, versehen sind, die Bewegung wird jedoch nicht direct auf die Räder übertragen, sondern mittelst einer doppelt gekröpften Blindachse, welche ausserhalb mit im rechten Winkel zu einander sitzenden Kurbeln versehen ist, von wo aus besondere Bleuel- und Kuppelstangen die Verbindung mit den 4 Rädern der Maschine herstellen. Der Kessel und die bewegenden Theile der Locomotive sind ringsum mit einer kastenförmigen Blechhülle und oben mit einem auf eisernen Säulen ruhenden Dach versehen, wodurch die Locomotive das Ansehen eines gewöhnlichen Omnibus mit geöffneten Fenstern erhält, was wesentlich ist, um das Scheuwerden der Pferde zu verhindern. Aus demselben Grunde hat man, um das heftige Entweichen des stossweise austretenden Dampfes zu verhindern, eine einfache Vorrichtung angebracht, welche den gewirkten Dampf theils in den auf dem Dache der Maschine angebrachten Wasserbehälter treten und dort in Röhren condensiren lässt, theils in den ebenfalls von jenem Wasserbehälter umgebenen Schornstein zum Anfachen des Feuers abführt, so dass die Maschine wirklich fast ganz geräuschlos arbeitet. Die Cokefeuerung wird nur auf den Endstationen vor der Abfahrt besorgt, während der Fahrt ist kein Rauch sichtbar. Da bei dem grossen Dampfraum und der leichten Dampferzeugung des Kessels der Führer während der Fahrt von der Bedienung des Feuers nicht in Anspruch genommen wird, so kann er seine ganze Aufmerksamkeit der Aussicht auf die Bahn, auf den Gang der Maschine, Ertheilung von Signalen mittelst eines Hornes, wenn begegnende Fuhrwerke zu nahe an das Gleis kommen, und auf Handhabung der Bremse verwenden. Mit der grössten Sicherheit kann die Maschine mit den anhängenden Wagen auf wenige Schritte Entfernung zum Stillstand gebracht werden. Zuerst fuhr die Maschine mit nur einem angehängten Wagen à 32 Personen, doch wurden bald bei starkem Verkehr zwei Wagen angehängt, und wurden diese von der Maschine, voll besetzt eine Steigung von 1—19 leicht hinauf gezogen.[1])

§ 10. System Smith & Mygind. — Mit dem Motor von Smith & Mygind sind in Kopenhagen Versuche gemacht. Derselbe hat 12 nominelle Pferdekräfte, einen kleinen Locomotivkessel und eine »compound« Maschine.

Der Dampf tritt von dem grossen Cylinder in einen Oberflächen-Condensator, in welchem sich eine genügende Menge Wasser befindet, um während einer Stunde den Dampf zu condensiren. Der Kessel gebraucht stündlich 12 Kilogr. Coke.

[1]) Der Dampfbetrieb der Casseler Tramway erfolgte seit 9. Juli 1877 mit der grössten Regelmässigkeit und ohne wesentliche Störung. Bis 1. Octbr. wurden in 84 Tagen 127664 Personen befördert und 31,058 Mk. vereinnahmt. Bei den Locomotiven sind jedoch mehrere Kurbelachsenbrüche vorgekommen. Anmerk. d. Redact.

Mit der auf Taf. LXXXIX, Fig. 8 gegebenen Maschine sind in Berlin Versuche gemacht, die recht zufriedenstellende Resultate ergeben haben. Einen wesentlichen Vorzug zeigte diese Maschine bei einer Concurrenz mit mehreren anderen Maschinen ebendort, indem bei dieser Maschine eine absolute Condensation des Dampfes stattfand. Dieselbe zeichnete sich auch durch ihre sonstige Construction vortheilhaft aus.

Die Maschine ist ca. $3^1/_2$ Met. lang, decorativ ähnlich einem kleinen amerikanischen Salonwagen, und ist dieselbe für städtischen Betrieb mit 2 Achsen, für Secundärbahnen mit 3 Achsen construirt. Mit derselben können Curven bis 10^m Radius und Steigungen von 1 : 25 befahren werden. Dieselbe ist mit einem Steuerapparat versehen, so dass sie leicht in die Curven und Weichen geführt wird.

Die Fahrgeschwindigkeit, welche beliebig variirt, kann bis 40 Kilom. pro Stunde forcirt werden.

Die nachfolgenden Passagierwagen werden im Winter durch den abgehenden Dampf der Maschine geheizt. Kesselstein kann niemals vorkommen, da das einmal in den Kessel gefüllte Wasser diesem, nach der Condensation wieder destillirt zugeführt wird. Der Kohlen- (Coke) Verbrauch wird für eine Tramway-Maschine von ca. 20 Pferdekraft auf ca. 6 Mk. pro Tag angegeben.

Der Preis der Maschine richtet sich je nach Stärke der Construction und stellt sich auf ca. 12,000 Mk.

Die Spurweite ist normal 1^m,44, kann aber beliebig geändert werden.

§ 11. System Samuelson. — (Taf. LXXXVIII, Fig. 10).

Bei dem Samuelson'schen Dampfwagen ist der Kessel stehend auf der Plattform des Wagens angebracht. Die Maschine liegt unterhalb am Trägerrahmen befestigt. Die Kolbengeschwindigkeit ist ungefähr ebenso gross, wie bei der Locomotive. Die Maschine wirkt nicht direct auf die 0,90 Met. Durchmesser haltenden Treibräder, sondern es findet die Uebertragung durch Zahnräder 2 : 7 statt, die in einem Radgehäuse gelagert und somit den Schwankungen des Wagens folgen können, ohne ihren Eingriff zu ändern. Das auf der Treibachse sitzende grössere Rad sitzt lose auf der Achse und ist mit dieser nur durch eine starke Spiralfeder verbunden (wie bei den Uhren das Federhaus mit dem Federstift).

Der Zweck dieser elastischen Zwischenverbindung ist: ein recht sanftes Anfahren zu ermöglichen, was auch vorzüglich erreicht ist. Damit bei den Seitenschwankungen des Wagens die Kanten der Zahnräder nicht einseitig auf einander drücken, sind die Zähne des Rades an der Achse zur Seite etwas gerundet.

Maschine und Kessel sind leicht vom Wagen abzunehmen und in kurzer Zeit durch Reservetheile zu ersetzen, ohne dass die anderen Theile demontirt zu werden brauchen.

Die Geschwindigkeit, mit welcher der Wagen fährt, ist 12—20 Kilom. per Stunde je nach den örtlichen Verhältnissen, ob in oder ausserhalb der Stadt, schmalen oder breiten Strassen.

Die Umdrehung an den Enden der Bahn muss durch Drehscheibe, Schleife oder Wagenwende (s. p. 387 u. Fig. 1 u. 2 auf Taf. LI) erfolgen.

Der mit der Maschine zusammenhängende Wagen ist wie die gewöhnlichen Strassenbahn-Wagen und bietet oben und unten Platz für zusammen 35 Personen. Das Totalgewicht beträgt incl. Passagiere 7000 Kilogr. Zum Schutz des Publikums sind die Deckplätze überdacht, ähnlich den Wagen für Gebirgsbahnen nach Fairlie System.

Bei einer mit dieser Maschine gemachten Probefahrt war nur beim Anfahren Dampf sichtbar; einmal im Gange, zeigte sich kein Dampf mehr, auch war das Ge-

räusch durch das Austreten des Dampfes nur gering. Die Maschine fuhr mit Leichtigkeit durch die auf der Hamburg-Wandsbecker Pferdebahn liegenden Weichen und Curven, selbst bei wesentlich grösserer Geschwindigkeit, als dieselben sonst mit Pferden befahren werden. Die Federung war eine angenehme. Ein Uebelstand war die starke Schwankung der Dampfspannung im Kessel und ebenso dass der Schwerpunkt dieses Wagens, wie bei den Constructionen von Grantham, Trains etc., hoch über der Schienenoberkante liegt.

§ 12. System Krauss & Co. — Im Jahre 1877 wurde in München auf der dortigen Strassenbahn eine Probefahrt mit einer Maschine aus der Fabrik von Krauss vorgenommen. Dieselbe ähnelt in ihrem Aeusseren der Maschine von Merryweather. Alle beweglichen Theile sind durch Blechverkleidung unsichtbar gemacht, um das Scheuen der Pferde zu verhüten.

Die Hauptdimensionen und Leistungsfähigkeit der Maschine sind folgende:

Stärke der Maschine	=	20 Pferdekr.
Cylinder-Durchmesser	=	140mm
Hub	=	300mm
Raddurchmesser	=	800mm
Heizfläche	=	10□m
Achsenstand	=	1500mm
Gewicht der Maschine	=	6200 Kilogr.
Länge derselben	=	3500mm
Breite	=	2300mm
Leistung bei einer Geschwindigkeit von 15 Kilom. per Stunde auf einer Steigung 1 : 100	=	22600 Kilogr.
1 : 50	=	13000 -
1 : 30	=	7200 -
Grösste zu befahrende Steigung 1 : 20	=	3400 -
Geringste zu befahrende Curve	=	20m Rad.

Bei der in München vorgenommenen Probefahrt wurde, nachdem tüchtig geheizt und die Spannung auf 12 Atmosph. gestiegen, abgefahren. Es war die Maschine, ohne nachgefeuert zu werden, 1¼ Stunden in Betrieb, und zeigte bei Beendigung der Fahrt noch 8 Atmosph.

Der Maschine waren 2 Einspännerwagen angehängt, und wurden ca. 60 Personen mit Leichtigkeit auf einer Steigung 1 : 60 befördert.

Die Maschine hat keine Condensation.

§ 13. System Brown. — Tramway-Locomotive der Schweizerischen Locomotiv- und Maschinen-Fabrik Winterthur, System Brown.

Im Laufe des vorigen und Anfang dieses Jahres fanden mit Maschinen dieses Systems Versuchsfahrten sowohl in Genf, Mailand, Paris, als auch in Berlin statt. Die Direction der Société des Tramways Suisses in Genf bezeugt, dass der Gang dieser Maschine ein äusserst ruhiger sei und dass mit derselben Curven von 20 Met. Radius leicht und sanft durchfahren wurden.

In Mailand und Paris haben die Versuchsfahrten sehr günstige Resultate ergeben und sind von den Gesellschaften: Tramway-Linien Mailand-Saronno und Mailand-Vaprio und der Compagnie des chemins de fer parisiens (Tramway-Nord), eine grössere Anzahl Locomotiven dieses Systems der Fabrik in Auftrag gegeben worden. Die Maschine wird jetzt in zwei Grössen, von sonst gleichem Typus ausgeführt.

Die Fabrik selbst giebt an, dass Curven von 13 Met. Radius und Steigungen von 1 : 18 befahren werden können.

Die Maschine ist wie die von Merryweather und die von Krauss zum Vorlegen gebaut und mit einem besonderen Buffer- und Kuppelungs-System versehen. Sie ruht nur auf drei Punkten auf einem System von Spiralfedern auf dem Untergestell, welches bezwecken soll, dass auch in den schlechtesten Stellen der Bahn Entgleisungen nicht vorkommen können.

Die Maschine ist mit der Herrn Brown patentirten Steuerung versehen, welche von beiden Enden der Maschine aus, ebenso wie Regulator und Bremse, durch Anbringung eines doppelten Steuer-Regulator und Bremser-Hebelsystemes gehandhabt werden kann, so dass eine Drehung der Maschine unnöthig wird und der Führer, stets vorn auf der Maschine stehend, die Maschine leiten und die Bahn vor sich im Auge haben kann.

Der Kessel wird mit Coke geheizt, und ist die Feuerung rauchverzehrend.

Zur Bedienung genügt ein Mann. Der Austritt des Dampfes ist fast geräuschlos, und ist derselbe bei warmer Witterung unsichtbar, wie wir dies bei vielen Maschinen ohne Condensation gesehen haben.

Das Ausschütten des Feuerungsmaterials, sowie die Kesselspeisung, braucht nur in Zwischenräumen von $1^1/_2$ bis 2 Stunden zu geschehen.

Der Coke-Verbrauch pro Stunde wird zu 8,2 Kilogr. angegeben. Die Bewegungsübertragung geschieht durch Balancier, wodurch eine hohe und geschützte Lage der Cylinder ermöglicht ist. Dampf und Wasserraum sind sehr gross, um die erwähnte einfache Bedienung der Feuerung zu ermöglichen. Das Kamin ist doppelwandig, um gegen Abkühlung geschützt zu sein.

Die in Genf laufende Maschine Type I hat folgende Hauptdimensionen:

Die Spurweite ist	=	1, 44 Met.
Radstand	=	1,500 -
Raddurchmesser	=	0,680 -
Rauminhalt des Wasser-Reservoirs	=	0,500 Cub.-Met.
Höhendifferenz des Maximal- und Minimal-Wasserstandes	=	0,500 - -
Cubikinhalt der Niveaudifferenz	=	0, 25 - -
Kessel-Dtr. des horizontalen Cylinders	=	0,610 - -
Kessel des stehenden Cylinders	=	0,800 - -
Kessel, Total-Länge	=	2,000 - -
Anzahl der Sioderöhre, 88 von 48^{mm} Dtr. und		$0,950^m$ Länge
Grösse der Rostfläche	=	0,28 □^{m}
Kesselmitte über Achsenmitte	=	1,070 -
Cylinder-Durchmesser	=	0,160 -
Hub	=	0,300 -
Kesseldruck	=	15 Millim.
Entfernung von Mitte zu Mitte Cylinder	=	1,606 -
Feuerberührte Fläche	=	15□^{m}
Ganze Länge der Maschine aussen	=	3,600 Met.
Total-Breite	=	2,200 -
Totale Höhe	=	2,200 -
Das Gewicht der Maschine ist	=	6,5 Tonnen
Das Gewicht der Maschine im Dienste	=	7,5 -

Für horizontale Strecken kann dieses Gewicht jedoch auf 4,7 und 5,7 Tonnen ermässigt werden. Die Maschine Type II (s. Taf. LXXXVIII, Fig. 9), welche in Paris und in Berlin auf der Berliner Pferdeeisenbahn-Gesellschaft zu Versuchsfahrten in Anwendung kam, ist mit Type I im Allgemeinen identischer Construction, und beträgt deren Gewicht leer 5000 Kilogr. und im Betrieb 6000 Kilogr. Bei den Probefahrten in Berlin durchfuhr die Maschine die Curven von 30 Met. und die Steigung 1 : 34—1 : 27 der Westendstrecke mit voller Fahrgeschwindigkeit von 10 Kilom. per Stunde mit grösster Ruhe und Sicherheit.

Es sind von dieser Maschine

für Paris (Tramway-Nord) 14 Stück
- Mailand Saronno . . . 7 -
- Mailand Vaprio . . . 5 -
- Strassburg . . . . . 6 -

für die dortigen Bahnen bestellt. Es liegt in der Absicht, auch diese Maschine jetzt mit Condensation zu versehen.

§ 14. System Henschel und Sohn in Cassel. — (Taf. LXXXIX, Fig. 5—7). Die Maschine ist ähnlich der Merryweather'schen Maschine und nach Art der Locomotiven mit zwischen dem Hauptrahmen liegenden Cylindern gebaut, arbeitet deshalb ruhig. Die arbeitenden Theile sind gegen Staub geschützt und dem Führer jeder Zeit zugänglich. Die Dampfkolben übertragen die Kraft auf die doppelt gekröpfte Hinterachse, und ist diese mit der Vorderachse gekuppelt. Der Dampfkessel ist nach Art der Locomotivkessel construirt, hat eine kupferne Feuerbüchse (im Gegensatz zu denjenigen Maschinen anderer Fabriken, deren Feuerbüchsen von Eisen und mit Deckenankerbarren versehen sind), welche nach Belpaire mit dem äusseren Kessel verankert ist und grössere Dauer hat, als eine solche von Eisen oder Stahl, auch leichter zu reinigen ist.

Die Siederöhren sind vom besten Holzkohleneisen und mit grösster Vorsicht eingesetzt. Der Kessel ist möglichst kurz gehalten, um beim Befahren der geneigten Ebenen einen möglichst gleichmässigen Wasserstand zu erzielen. Ausserdem ist der Dampfkessel, um möglichst wasserfreien Dampf zu haben, mit einer Dampfhaube versehen, an deren höchster Stelle die Entnahme des Dampfes für die Cylinder stattfindet. Nachdem der Dampf in den Cylindern gewirkt, also seine Kraft auf die Achse übertragen hat, strömt derselbe in einen unter der Rauchkammer befindlichen Sammelkasten *a*, welcher den Zweck hat, die Stösse des ausströmenden Dampfes zu brechen und das dadurch bedingte Geräusch zu verhindern.

Das in diesem Kasten durch die äussere Abkühlung gebildete Condensationswasser fliesst durch das Rohr *b* in den dicht gearbeiteten Aschenkasten, um hier die durch den Rost gefallenen und noch nicht verbrannten Cokestückchen zu löschen.

Von diesem Sammelkasten aus entweicht der Dampf entweder durch die Rauchkammer *c*, den Schornstein *d* und den Funkenfänger *e* ins Freie, oder er wird durch ein aufsteigendes Rohr dem Condensator *r* zugeführt und in demselben condensirt.

Am vorderen Ende der Maschine befinden sich zwei Wasserkasten *g*, die das nöthige Wasserquantum für den Kessel mit sich führen. Die Maschine ist mit einer Speisepumpe *h*, welche dem Kessel während der Fahrt das Speisewasser zuführt, und einem Injector *i*, der beim Stillstand pumpt, ausgerüstet. Am hinteren Ende ist der Raum *k* für das Brennmaterial (Coke).

Der Führer hat seinen Stand auf der linken Seite, und befinden sich deshalb hier die Handhabe *l* für die Steuerung, die Hebel *m* für den Dampfeingangs-Regulator

und den Dampfbläser, und der Fusstritt *n* für die sicher und schnell wirkende Bremse.

Das Feuerloch *o* für den Kessel befindet sich ebenfalls hier. Die Locomotive ist von allen Seiten und nach unten mit einer Blechverkleidung versehen, um alle sich bewegenden Theile derselben dem Auge zu entziehen und zu schützen, und ist auf das Sauberste lackirt. Sie ist in allen Theilen von den besten Materialien tadellos und solide ausgeführt, und ist der Kessel den bestehenden Gesetzen entsprechend, hergestellt und ausgerüstet. Der Preis der Locomotive ist 16500 Mk.

Die Locomotive hat im dienstfähigen Zustande, mit nicht gefülltem Condensations-Apparat, ein Gewicht von 7000 Kilogr., mit gefülltem Apparat ein solches von 9000 Kilogr., welches auf beide Achsen gleich vertheilt ist.

Bei einer Steigung 1 : 15 und einer Curve von 20 Met. Radius, zieht die Maschine eine Bruttolast von 6000 Kilogr., bei einer Geschwindigkeit von 15 Kilom. Eine leichtere Locomotive, jedoch der vorstehend beschriebenen ganz ähnlich, kostet 14500 Mk. Dieselbe hat

Cylinder-Durchmesser	140mm
Kolbenhub	300mm
Rad-Durchmesser	600mm
Innere Heizfläche	10 □Met.
Rostfläche	0,3 -
Dampfüberdruck	12 Atm.
Grösste Länge der Locomotive incl. Buffer	3750mm
Grösste Breite - -	2250mm
Grösste Höhe - -	3200mm
Gewicht der Locomotive dienstfähig, mit nicht gefülltem Condensator	7000 Kilgr.

Die Maschine zieht auf einer Steigung 1 : 30 eine Bruttolast von 7500 Kilgr., unter sonst gleichen Verhältnissen wie oben. Von der zuerst beschriebenen Maschine laufen in Mailand verschiedene mit gutem Erfolg. Schwäche der Construction scheint uns zu sein, dass der Condensator mit dem grossen Wassergewicht zu hoch gelegt ist, indem dadurch der Schwerpunkt dieser Maschine zu hoch liegt.

Die gleiche Construction des Condensators zeigt auch die Merryweather'sche Condensations-Maschine.

§ 15. System der Baldwin Locomotiv-Fabrik in Philadelphia. — Die Baldwin Locomotiv-Fabrik baute im Jahre 1875 eine Versuchs-Strassen-Locomotive, bei welcher der Personenwagen mit der Maschine zusammenhängend war. Diese Maschine lief zunächst während dreier Tage zur Probe auf der Westend-Eisenbahn in Philadelphia, mit zufriedenstellendem Erfolg, danach mit gleichem Resultat vom Decbr. 1875 bis Juni 1876, mit einem angehängten Personenwagen in Brooklyn, und zwar regelmässig Morgens nach New-York und Abends zurück, nach Brooklyn.

Bei einzelnen passenden Gelegenheiten betrug die Geschwindigkeit der Maschine 26—29 Kilom., gleich 16—18 Meil. engl. pro Stunde. Ein Maschinist führte die Maschine und hielt dieselbe gleichzeitig im Arbeitszustand. Vom Juni 1876 bis Ende der Weltausstellung in Philadelphia lief die Maschine auf der dortigen Marktstrassen-Linie. Bei der ursprünglichen Maschine befanden sich die Cylinder unter dem Wagen, während die Kuppelstangen eine gekröpfte Blindachse bewegten, welche mit den Vorderrädern verbunden war. Die Hinterräder waren nicht mit den Vorderrädern gekuppelt.

Die Maschinerie war auf einem eisernen Rahmen befestigt, welcher direkt auf den hölzernen Rahmen des Wagens geschraubt wurde. Nachdem die Maschine fast

ein Jahr lang im Betrieb gewesen war, wurde sie mit einem vom Wagenkörper unabhängigen, starken eisernen Rahmen versehen, welcher die Maschinerie sammt Kessel trägt; es wurde ferner die Kurbelachse beseitigt und die Maschine, wie gewöhnliche Locomotiven mit äusserem Treibwerk versehen. Die so reconstruirte Maschine, Baldwin getauft, ist in den Zeichnungen dargestellt. Fig. 12, Taf. LXXXVIII giebt eine allgemeine Ansicht des Dampfwagens im Arbeitszustande, und Fig. 13, Taf. LXXXVIII den eisernen Rahmen mit Kessel und gesammter Maschinerie. Der Rahmen ist der Art construirt, dass er es ermöglicht den Kasten irgend eines Wagens aufzuschrauben. Letzterer wird auf die in Fig. 13 angegebenen Querstücke gestellt und durch drei Schrauben an jeder Seite befestigt, nur die Vorderseite des Wagens, welche an den Kessel tritt, bedarf einer entsprechenden Veränderung. Die gekuppelten Räder sind von Gusseisen mit Stahlbandagen.

Der Radstand ist derjenige der gewöhnlichen Strassen-Eisenbahn-Wagen. Das Drossel-Ventil ist nahe bei den Cylindern angebracht, und wird es hierdurch ermöglicht, die Maschine rasch anzuhalten und in Bewegung zu setzen.

Eine an die Maschine angebrachte kräftige Handbremse gestattet durch Bewegung eines Hebels, den Wagen in wenigen Secunden zum Stehen zu bringen. Ausserdem ist die Maschine für Reversion eingerichtet und kann durch Anwendung von Dampfgegendruck fast momentan zum Stillstand gebracht werden. Der Wagen ist durch Gummibuffer gefedert und fährt so sanft, dass der Gang der Maschine nicht zu fühlen ist. Der Dampfkessel ist aus Stahlblech, doppelt genietet und für einen Dampfdruck von 21,09 Kilogr. gleich 300 □cm gebaut, jedoch genügen 6,3 Kilogr., um einen beladenen Zug auf der grössten Ansteigung der Bahn zu fahren, und dürfte hieraus hervorgehen, dass jede Vorsicht zur Erlangung grösster Sicherheit angewandt ist.

Bei Gelegenheit von Versuchsfahrten mit verschiedenen Dampfwagen, am 21. März 1877, auf der Marktstrassen-Linie, wurde nun auch der neu construirte Wagen Baldwin zu jener Probe zugelassen.

Die grösste Steigung jener Bahn ist ungefähr 1 : 22, und auf diesen Steigungen, wie durch alle Curven, bei jedem Wetter und jeder Beschaffenheit des Gleises, hat nun der Baldwin-Dampfwagen leicht und sicher den Dienst verrichtet. Das Gesammtquantum Brennmaterial für sieben Tage betrug 2260 Kilogr. gleich 4980 Pfd. Der Wagen lief täglich 140 Kilom. = 88 engl. Meilen, in den sieben Tagen also 980 Kilom. = 616 engl. Meil. Das durchschnittliche Brennmaterial betrug daher 3,66 Kilogr. = 8,09 Pfd. Kohle pro Kilom. oder Zugmeile.

Der Baldwin hat volle vier Wochen, jede Woche sieben Tage auf derselben Strecke der Market-street-Bahn Dienst gethan und ist täglich 140 Kilom. = 88 Meil. gelaufen, ohne eine einzige Reise zu verlieren, oder Reparaturen zu bedürfen, abgesehen von der gewöhnlichen Wartung und Instandhaltung durch den Locomotivführer.

Die täglichen Betriebsunkosten des Wagens sind die folgenden gewesen:

Kosten für Brennmaterial, täglich je 8 Pfd. pro Meile $ 4.66 p. 2240 Pfd. für Anthracitkohle	$	1,26
Schmiermaterial pro Tag, geschätzt zu	-	0,25
Maschinenwärter, 16 Stunden täglich, 0,25 pro Stunde	-	4,00
Summa	$	5,51
d. i. pro Tag		23,41 Rm.

Rechnet man ferner 4,25 Pf. = 1 Dollar täglich für Abnutzung und zukünftige Reparaturen, welches ausreichend sein dürfte, so wird die Gesammtsumme von

27,66 Pf. = 6,51 Dollars genügen, um den Dampfwagen in vorhin beschriebenem Betrieb zu unterhalten.

Es ist noch zu berücksichtigen, dass bei dieser Vergleichung der Dampfwagen mit durch Pferde gezogenen Wagen unbilliger Weise auf eine Basis gesetzt wurde, indem ersterer 3—4 Mal so rasch zu laufen im Stande ist, als Pferde, und daher die Ersparniss für längere Bahnen der Vorstadt eine bedeutend grössere sein wird.

Vorstehende Beschreibung bezieht sich nun auf einen Dampfwagen, welcher den Kessel und zugleich den Raum für die Passagiere in sich vereinigt. Die Baldwin-Locomotivfabrik hat gleichfalls Maschinen gebaut, welche nicht zur Aufnahme von Passagieren bestimmt sind, sondern gewöhnliche Personenwagen ziehen sollen.

Die allgemeinen Principien der letzteren sind mit denen der Dampfwagen identisch. Kessel und Cylinder haben in beiden Fällen die gleichen Verhältnisse, und Maschinerie und Räder sind an einem stark verbundenen eisernen Rahmen befestigt. Das Gesammtgewicht des Kessels, der Maschinerie und der Wasserbehälter für eine Bahn mit gewöhnlichen Steigungen, beträgt 5448 Kilogr. gleich 12000 Pfd., also nicht mehr als das eines mit Passagieren besetzten Pferdebahnwagens. Die Belastung des Wagens erfolgt zwischen den beiden Achsen, und indem also keinerlei Gewicht, weder vorn noch hinten, überhängt, so fällt auch jede schaukelnde Bewegung weg. Der Motor bewegt sich sehr ruhig und wird deshalb das Fahrgleis nicht mehr in Anspruch nehmen und abnutzen, als ein gewöhnlicher, durch Pferde gezogener Strassenbahnwagen, es wird sogar angenommen, dass die Schienen durch Dampfwagen mehr geschont würden. (?)

Einer dieser Motoren ist gegen das Ende 1876 für die Stadt-Eisenbahn in Baltimore gebaut. Die grösste Steigung dieser Bahn beträgt 1: 44.

Diese Maschine zog einen Wagen die gegebene Steigung hinauf, eine zweite für denselben Zweck erbaute Maschine, im Gewicht von ungefähr 7264 Kilogr. gleich 16000 Pfd., zog zwei Wagen hinauf.

Im 10tägigen Versuch bewies sie ihre Leistungsfähigkeit. Die Maschine zog auf der Ansteigung von 1 : 14 einen beladenen Wagen, während das Gleis auf manchen Stellen 8—10 Zoll tief mit Schnee und Schmutz bedeckt war; und während vier Pferde erforderlich waren, um einen leeren Wagen zu ziehen, zog die Maschine einen beladenen Wagen mit Leichtigkeit. Nach dem Zeugniss des Präsidenten der Eisenbahn-Gesellschaft zog die Maschine 100 Passagiere an dem schlimmsten Tag, welchen die Bahn erlebt hatte. Späterhin bei gewöhnlichem Wetter zog die Maschine regelmässig zwei Wagen. Bei mehreren Gelegenheiten, während starken Schneefalls, wurde die Maschine zur Bewegung der Schneeräumer mit Erfolg benutzt, anstatt 10—14 Pferden, welche früher dafür erforderlich gewesen waren. Die Stadtbehörde von Baltimore hat indessen noch nicht die Erlaubniss zum regelmässigen Betrieb der Maschine gegeben.

Ein anderer, kleiner Motor, im Gewicht von 5448 Kilogr. = 12000 Pfd., wurde für die Stadteisenbahn in Havanna mit Steigungen von 1 : 22 gebaut. Das darüber ausgestellte Zeugniss lautet:

Die Maschine zog bei ihrer Prüfung zwei mit einigen 40 Personen besetzte Wagen mit verschiedener Geschwindigkeit, welche je nach Befehl des Zugführers verringert und vermehrt wurde, und hielt mehrere Male auf dem Fleck an, ohne dass die geringste Erschütterung in den Wagen bemerkbar geworden wäre (?). Bei ihrer ge-

wöhnlichen Geschwindigkeit und beim Hinauffahren einer Steigung von 1 : 50 konnte sie in 3 Sec. angehalten werden und beim Herabfahren in 7 Sec.

Der Verbrauch an Brennmaterial beträgt auch bei dieser Maschine 3,62 Kilogr. = 8 Pfd. pro Kilom. oder Zugmeile.

Beide vorstehend beschriebenen Motore sind mit Dampfbremsen versehen.

(Railroad Gazette, 11. Mai 1877.)

Eine fernère, für Cuba bestimmte Locomotive hat zwei innere Cylinder 18 × 26^{cm} gleich 7 × 10 Zoll, welche sich unmittelbar hinter dem Kessel auf einem gusseisernen Gestell befinden. Die Cylinder sind dicht neben einander gestellt, und die Kolbenstangen mit inneren Kurbeln einer zwischen den Achsen liegenden Welle verbunden. Diese Welle hat äussere Kurbeln, welche mit den Rädern verkuppelt sind. Letztere haben 76^{cm} = 30 Zoll Durchmesser. Der Räderabstand beträgt 1,70^{cm} = 5′ 6″ Zoll. Der Kessel ist stehend 0,76^{cm} = 30 Zoll im Durchmesser, 1,83^{m} = 6 Fuss hoch und mit 1,22^{m} langen, 33^{mm} Durchmesser haltenden Röhren versehen. Das Gewicht der Maschine beträgt 5443 Kilogr. = 12000 Pfd.

(Railroad Gazette, den 24. Nov. 1877.)

§ 16. System L. Schwartzkopff. — Die von der Berliner Maschinenbau-Actien-Gesellschaft (vorm. L. Schwartzkopff) construirte Tramway-Locomotive ist auf Taf. LXXXIX, Fig. 1—4 in Längs- und Querschnitten sowie Grundriss gegeben. Die Tramway-Locomotive ist eine Condensations-Maschine mit gekuppelten Achsen.

Der Dampferzeuger ist ein Röhrenkessel mit kreisförmiger Feuerbüchse. Zu beiden Seiten der Rauchkammer befinden sich die Dampfcylinder. Arbeitet die Maschine mit Condensation, so treten die ausströmenden Dämpfe, nachdem sie einen Vierweghahn (*e*) passirt haben, in den aus einem Rohrsystem bestehenden Oberflächen-Condensator (*f*). Letzterer befindet sich in einem Wasserkasten, welcher durch den Rahmen der Maschine gebildet wird.

Eine Pumpe (*g*) entfernt das Condensationswasser aus den Röhren.

Zur Abkühlung des in dem Wasserkasten befindlichen Kühlwassers ist ein Rohrsystem (*iii*) angebracht. Dasselbe bildet zugleich die Seitenwände des oberen Theils der Maschine. Durch dieses Rohrsystem wird mit Hülfe der Druckpumpe (*h*) das Kühlwasser während des Ganges der Maschine continuirlich hindurch gedrückt.

Das Rohrsystem ist so angeordnet, dass die Luft die einzelnen Röhren von allen Seiten frei umspielen kann und somit die Abkühlung des in den Röhren circulirenden, durch die Condensation angewärmten Wassers auf die ihr innenwohnende Temperatur ohne Beihülfe anderer Mittel direct bewirkt.

Die Maschine kann jedoch auch ohne Condensation arbeiten. In diesem Falle werden durch den Vierweghahn (*e*), die Auspuffdämpfe in das Auspuffrohr (*k*) geleitet. Dieses Rohr mündet nicht in den die Heizgase passirenden inneren Schornstein, sondern in den durch einen äusseren Mantel gebildeten ringförmigen äusseren Kamin, sodass keine Blasrohrwirkung, wohl aber eine Ueberhitzung der Dämpfe erzielt wird. Soll eine künstliche Zugwirkung, zur lebhafteren Verbrennung, erreicht werden, so wird der Dampf durch eine andere Stellung des Vierweghahnes in das Blasrohr (*l*) geführt; die Uebertragung der Kolbenbewegung erfolgt nach System Belpaire. Die Steuerung ist der Heusinger von Waldegg'schen nachgebildet, jedoch sind Kurbel und Excenter vermieden.

Die Bedienung der Maschine kann von beiden Enden aus erfolgen, da die Hebel für Steuerung, Bremse, Regulator, die Züge für Cylinderablasshähne, Vierweg-

hahn etc. doppelt vorhanden sind. Die Speisung des Kessels erfolgt durch einen Injector, oder durch die Handspeisepumpe (*m*).

Es bezeichnen in Fig. 1—4:

a) Dampfdom mit Sicherheitsventil und Federwaage,	*i*) Kühlrohrleitung,
	k) Auspuffrohr,
b) Regulator,	*l*) Blasrohr,
*b*¹) Regulatorhebel,	*m*) Handspeisepumpe,
c) Dampfeinströmungsrohre,	*n*) Steuerungshebel,
d) Dampfausströmungsrohre,	*n*¹) Steuerungswelle,
e) Vierweghahn,	*o*) Coulisse,
f) Condensator,	*p*) Bremshebel,
g) Condensatorpumpe,	*q*) Buffer mit Zugstangen.

Das hier näher beschriebene Kühlverfahren, bei welchem das zur Condensation benutzte Wasser während des Betriebes durch ein der freien Luft exponirtes Rohrsystem geleitet wird, ist als neu patentirt; dadurch, dass das Condensations-Wasser continuirlich durch den Oberflächen-Condensator gedrückt wird, findet eine wesentlich bessere Abkühlung des Condensations-Wassers statt, und in Folge dessen auch eine weit intensivere Condensation des Dampfes, so dass diese Maschine selbst bei feuchtem und kaltem Wetter keinen Dampf zeigt. Dieses Resultat, sowie die sonst äusserst praktische Anordnung der Maschine, welche dem Maschinenführer gestattet, mit Leichtigkeit an alle Mechanismen zu gelangen, und das gefällige Aussehen war für die Direction der grossen Berliner Pferdebahn bestimmend, diese Maschine für ihre Linien zu adoptiren, und werden zum Herbst dieses Jahres 6 Maschinen dieser Construction in Berlin in Betrieb gestellt werden. Die Maschine ist zum Vorlegen und symmetrisch gebaut, so dass sie an den Endstationen nicht gedreht zu werden braucht. Die Steuerungshebel sind doppelt angebracht, damit der Führer jederzeit frei und an der Spitze des Zuges seinen Stand hat.

Die Heizung erfolgt durch Coke und braucht nur jede Stunde bedient zu werden.

§ 17. System Henry Hughes & Comp. Longborough. — Hughes hat mit seiner Maschine in Glasgow, Edinburg, Leicester, Staffordshire, Hannover, Köln etc. etc. Versuche auf den Tramways dieser Städte gemacht.

Die Maschine ist eine Vorspann-Maschine und hat die folgenden Dimensionen:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Länge} = 3^m{,}710\\ \text{Breite} = 1^m{,}980\\ \text{Höhe} = 2^m{,}438\end{array}\right\}\text{No. I u. II.}$$

Maschine II. Dieselbe hat 2 Cylinder von 177^{mm} Durchm. und 304^{mm} Hub. Die Räder haben einen Durchm. von 762^{mm}, sind gekuppelt, haben Stahlbandagen und machen ca. 110 Umdrehungen pro Minute, d. i. ca. 10 Kilom. per Stunde. Der Kessel ist liegend, mit 61 messingenen Siederohren à 38^{mm} Durchm.

Der Kessel ist aus Low Moor-Eisen, die Feuerbüchse von bestem rothen Kupfer. Der Kesseldruck beträgt 8 Atmosph. Das Heizmaterial ist Coke und Anthracitkohle.

Der Kohlenbedarf pro Kilom. = $3\frac{1}{2}$ Kilogr.

Materialbedarf pro Kilom. ist:

$3\frac{1}{2}$ Kilogr. Coke
112 Liter Wasser
pro Tag . $\frac{1}{2}$ Liter Oel
$\frac{3}{4}$ Liter Fett.

Das Gewicht der leeren Maschine ist 5 Tonnen = 100 Ctr.
- - - gefüllten - - 7 - = 140 -

Die Steuerung ist die gewöhnliche Coulissen-Steueruug, und ist die Maschine von beiden Seiten gleich gut zu steuern.

Der Abdampf condensirt in Behältern mit kaltem Wasser. Das Condensationswasser wird wieder als Speisewasser verwendet. Die Maschine hat automatische Bremse, in Folge dessen der Führer nie mit grösserer, als der genehmigten Geschwindigkeit fahren kann. Die Construction dieser Bremse ist derart, dass von der Treibwelle aus durch Winkelräder ein Regulator gedreht wird, der bei zu grosser Geschwindigkeit den Dampf abstellt. In demselben Moment, in welchem der Dampf abgestellt wird, wirkt derselbe auf die Dampfbremse und regulirt so die Geschwindigkeit der Maschine. Mit dem Regulator ist noch ein Geschwindigkeitsmesser verbunden, welcher dem Maschinisten die jeweilige Geschwindigkeit der Maschine angiebt.

Die Maschine hat Patentbremse und kann schnell zum Stillstand gebracht werden.

Der Wasserstand ist an jedem Ende der Maschine ersichtlich, und ist der Maschinist im Stande, von seiner jedesmaligen Sitzstelle die Pumpe in Betrieb zu setzen.

Die Maschine kann 8 Kilom. zurücklegen, ohne Nachfeuerung zu bedürfen, oder frisches Wasser beziehen zu müssen. Die äussere Umhüllung ist sehr geschmackvoll und mit herabzulassenden Glasfenstern versehen. Vorn und hinten sind Wasserbehälter, welche beinahe bis auf die Schienen reichen, und dienen diese Behälter auch als Bahnräumer. Die Räder sind durch leicht zu entfernende Verschläge vollkommen gedeckt.

Der Radstand beträgt $1^m,219$ und können Curven von 12^m Radius leicht befahren werden.

Maschinen No. I mit Cylinder à 152^{mm} Durchm. und 304^{mm} Hub, können zwei Omnibusse auf horizontalen Wegen, während No. II drei Wagen ziehen kann. Der Wasserstand ist 10 Centim. über Feuerbüchsdecke.

Die Abdampffläche im Kessel, d. h. die Wasseroberfläche, welche direct an der Oberfläche Dampf abgiebt, beträgt	1,5	□m
Rostfläche	0,325	□m
Heizfläche der Feuerbüchse	1,172	□m
Heizfläche der Röhren	11,495	□m
Gesammt-Heizfläche	14,492	□m.

Der Kessel ist mit einer Pumpe und einem Injector versehen, sowie mit zwei Sicherheitsventilen und doppelten Wasserstandszeigern. Maschinen nach diesem System werden für jedwede Leistung angefertigt.

§ 18. System Noiseless. — (Nebenstehende Fig. 2.) Die Remington Agriculture Comp. in New-York hat eine Maschine mit stehendem Röhrenkessel, nach dem System Noiseless gebaut. Dieselbe ist zum Vorlegen, hat eine Länge von $2^m,60$ und eine Breite von $2^m,00$. Der Maschinenkessel und der Mechanismus sind auf einer gemeinsamen Eisenplatte solide verbunden und mit einer leichten Eindeckung gegen Staub und Regen geschützt.

Durch dies Gehäuse wird genügend Wärme auf der Maschine erhalten, um in den Röhren ein starkes Condensiren oder Einfrieren derselben zu verhindern. Die

Maschine hat zwei Cylinder, die durch eine Kuppelung zusammen, oder einzeln auf die Treibachse wirken. Der Achsstand ist $1^m,28$ = 4 Fuss engl. Die Räder sind gekuppelt. Der Bedarf an Kohlen oder Coke wird auf 3,0 Kilogr. per Kilom. angegeben. Der abgehende Dampf wird zum Anwärmen des Wassers im Reservoir verwendet, wodurch derselbe theilweise condensirt wird und geräuschlos und unsichtbar austritt (?).

Fig. 2.



Die Maschine ist mit Injector und Dampfpumpe versehen. Das Gewicht derselben ist 110 Ctr. Die Betriebskosten incl. Reparatur, Amortisation, Verzinsung etc., werden auf 27,20 Rm. = 6 $ 40 Ct. angegeben.

§ 19. Schlussbetrachtung. — Von den hier beschriebenen Tramway-Maschinen sind bisher nur wenige für längere Zeit ohne Unterbrechung in Betrieb gewesen, und viele sind nur versuchsweise angewandt worden. Es kann daher auch noch nicht ein endgültiges Urtheil über die Bewährtheit der vorhandenen Constructionen ausgesprochen werden und soll deshalb hier nur verzeichnet werden, in welchen Punkten Alle, die sich mit dieser Aufgabe beschäftigt haben, übereinstimmende Ziele und Mittel ins Auge gefasst haben, und in welchen Punkten die Bestrebungen selbst noch im Widerspruche stehen. Eine solche Betrachtung wird ein guter Wegweiser sein für die ferner nöthigen Experimente. Da wir noch im Stadium des Experimentirens sind, so würde es verfrüht sein, jetzt schon das Ziel zu bezeichnen, welches die besten Aussichten auf Erfolg bietet; denn es kommt doch mehr darauf an, überhaupt nur erst einen praktischen Erfolg zu erzielen, gleichviel, ob dieser schon der beste sei, den man erstreben kann. Also wenn man auch z. B. die Anwendung von Condensation empfehlen müsste, würde man doch zunächst auch zufrieden gestellt sein mit Dampfwagen, welche ohne solche arbeiten, wenn sonst nur ihre Construction eine nutzbringende geworden.

Einig ist man in dem Bestreben, alle den öffentlichen Verkehr belästigenden Eigenschaften der Dampfmaschine an Strassendampfwagen zu vermeiden. Man will also einen möglichst geräuschlosen Betrieb ohne Beunruhigung von Pferden, durch Dampfausstossen, und ohne Belästigung durch Rauch, Funken, Asche u. dergl.

Im Interesse des Betriebes erkennt man als nothwendig: ausreichende Leistungsfähigkeit, möglichst leichter und leicht zu bedienender Kessel, also möglichst constanten Dampfdruck und möglichst seltene Bedienung der Feuerung, ferner: leichte und sichere Lenkbarkeit des Wagens, also einfache Steuervorrichtungen, freien Stand des Maschinisten und sichere Führung in den Curven, hierfür also möglichst tiefe Lage des Schwerpunktes der Maschine, oder der Dampfwagen, und schliesslich fordert man natürlich eine Rentabilität, welche mit Pferdebetrieb concurriren kann.

Für Beurtheilung dieses letzten Punktes dürfen nicht, wie es in manchen Schriften geschehen ist, nur die Verkehrskosten in Rechnung gebracht werden, sondern es muss der Vergleich, die volle Verzinsung des Anlage- und Betriebskapitals

mit enthalten. Es sei hier beispielsweise bemerkt, dass für einen zweispännigen Wagen mit 56 Sitzen 8 Pferde für den Tagesdienst nothwendig sind. Dieselben erfordern an Stallstand und Gangbreite ca. 55□^{m}, hierzu ist Remisenraum incl. 1^{m} Gangbreite für einen Wagen 15□^{m} erforderlich; im Ganzen also pro betriebsfähigen Wagen 70□^{m} bebaute Grundfläche, oder à (Person) Wagen-Sitzplatz 1,25□^{m}.

Der Wagenstand für einen Samuelson'schen Dampfwagen für 35 Personen, beansprucht incl. 1^{m} Gangbreite 23□^{m}, also à Sitzplatz 0,66□^{m}. Es ist also nur die halbe Grundfläche für Samuelson's Dampfwagen-Betrieb, als für Pferdebetrieb erforderlich, wobei ganz ausser Rechnung gelassen, dass diese Dampfwagen im Stande sind, noch einen zweiten Wagen für 56 Personen mitzunehmen, wodurch der Raumbedarf für Remisen pro Sitzplatz auf $\frac{23 + 15}{91} = 0{,}42$□^{m} sinkt. Der Raum für Fourage ist hier dem bei Maschinenbetrieb nothwendigen Reparaturwerkstellen- und Kohlenraum gleichgesetzt.

Bei Rentabilitäts-Rechnungen, welche Pferdebetrieb und Dampfwagenbetrieb vergleichen, darf aber andererseits nicht übersehen werden, dass die Reparaturkosten solcher Maschinen sehr hohe sein werden und wohl kaum über 5 Jahre hinaus eine Maschine diensttüchtig sein wird, welche weit mehr, als eine Locomotive, unter Erschütterungen und durch Strassenstaub zu leiden hat.

Es ist keineswegs nöthig, dass der Dampfbetrieb billiger werde, als der Pferdebetrieb, um ihn einzuführen. Schon bei gleichen Kosten wird es deshalb lohnend sein, Dampfbetrieb anzuwenden, weil derselbe unabhängig von Störungen durch Pferdeepidemien, Kriegs-Requisitionen und dergleichen ist und durch Einführung Aussichten auf fernere Verbesserungen und Ersparnisse mit sich bringt, wie es bei Pferdebetrieb nicht mehr wahrscheinlich ist.

Den hier bezeichneten leitenden Gesichtspunkten, welchen wohl Alle zustimmen werden, sind noch einige anzureihen, über welche bis jetzt noch Differenzen vorhanden sind. Dahin gehört die Frage über den Grad der erforderlichen Geräuschlosigkeit. Viele halten die Ausströmung des Dampfes aus dem Schornstein für eine Gefährdung des Strassenverkehrs durch Scheuwerden der Pferde und glauben deshalb, dass Condensation des Dampfes nöthig sei, während Andere aus der Vermeidung der Condensation und der dafür erforderlichen Einrichtungen Betriebsvortheile herleiten.

So erklären z. B. Krauss & Comp. in München, welche in Deutschland für kleine Locomotiven reiche Erfahrungen haben, die Condensation des Dampfes für überflüssig und sehen die wesentliche Vermehrung der todten Last, durch Anbringung von Condensatoren, geradezu als schädlich an, während ihnen direct durch den Schornstein austretender Dampf als ein höchst willkommenes Hülfsmittel erscheint, den Luftzug zu beschleunigen und hierdurch Heizfläche zu ersparen, wodurch dann die Kessel auch wesentlich leichter werden können. Dagegen ist Schwarzkopff für Condensation, ebenso Merryweather, welcher früher ohne Condensation arbeitete (s. Organ 1876, pag. 260) und jetzt Maschinen mit Condensation baut (s. Engineer März 1877, pag. 176). Auch in Cassel sind die Merryweather Maschinen mit Condensation im Betrieb.

Es wird darauf ankommen, ob Maschinen ohne Condensation gebaut werden, welche den öffentlichen Verkehr nicht stören. Jedenfalls aber ist die Condensation als ein Mittel anzuerkennen, das Geräusch und die Erscheinung des Dampfausstossens zu beseitigen.

Ein anderer Differenzpunkt ist, ob die Maschine isolirt am Personenwagen (gewissermaassen als Vorspann desselben) oder in fester Verbindung mit diesem anzuordnen sei.

Es ist bereits von Fairlie (Heinrich Simon Fairlie's Patent-System, Manchester pag. 52) auf den Vortheil hingewiesen, welcher durch directe Verwendung der zu transportirenden Last als erforderliches Belastungsmittel der Treibräder erzielt wird, sofern man dadurch todte Last spart. Er sagt: »Der richtige Weg ist die völlige Ausnutzung für Adhäsion, nicht blos des Gewichts an Maschinen, Brennmaterial und Wasser, sondern auch der zahlenden Last.« Auch Samuelson, Grantham etc. halten diesen Vortheil für höchst beachtenswerth und haben demgemäss ihre Dampfmaschinen fest mit den Personenwagen verbunden, während Andere die Maschine allein laufen lassen wollen, und zwar theils um bei bestehenden Bahnen den vorhandenen Wagenpark benutzen zu können.

In der Regel werden Dampf-Strassenwagen, welche als Vorspann benutzt werden, auch wenn sie mit Condensations-Vorrichtung versehen sind, leichter sein, als solche, welche direct als Omnibus dienen. Im besetzten Zustand daher wird, obgleich mehr todte Last bei ersterem zu finden ist, doch noch Gefahr sein, dass die Maschinen schleifen, sobald die Schienen durch Staub und Regen, oder gar im Winter durch Schnee und Eis glatt werden.

Dampfwagen, welche als Vorspann dienen, können aber leicht symmetrisch gebaut werden und können deshalb durch eine am Endpunkt angebrachte Weiche für die Rückfahrt wieder vor die Personenwagen gelegt werden, während bei fester Verbindung der Maschine mit dem Personenwagen diese in der Regel wird umgedreht werden müssen, also eine Wagenwende oder Drehscheibe an den Endpunkten erfordern.

Von den meisten Mitarbeitern in dieser Frage wird Gewicht darauf gelegt, dass die Neuerungen, welche durch Anwendung von Dampfwagen stattfinden werden, die vollständige Fortbenutzung der vorhandenen Anlagen (Gleise, Wagen und Remisen) möglich lassen.

Es ist gewiss eine Erleichterung, den Dampfwagen Eingang zu verschaffen, wenn dieselben ohne weitere Aenderungen des Oberbaues auf vorhandenen Linien angewandt werden können. Es darf aber durchaus nicht zur Grundbedingung gemacht werden, dass Dampfwagen nie grössere Achsbelastungen, resp. Oberbaubelastungen mit sich bringen dürfen, als die für die vorhandenen Gleise zulässigen, denn es ist bereits ausführlich nachgewiesen worden (s. pag. 303—305), wie unvortheilhaft die meisten der bisher für Strassenbahnen verwendeten Schienenprofile construirt sind. Verlässt man die Flachprofile und führt, ohne das Schienengewicht sonderlich zu vermehren, Profil mit Rippen ein, so wird damit die zulässige Belastung der Schienen ganz beträchtlich zu steigern sein.

Demgemäss wird sich also der Dampfwagenbau künftig auf viel solideren Schienengestängen gründen lassen und werden auch grössere Achsbelastungen zulässig sein. Die Bahnen, welche ein zu leichtes Gestänge haben, werden sich vorläufig mit leichten Maschinen helfen müssen. Die Constructeure neuer Dampfwagen dürfen aber gewiss auf baldige Zulassung grösserer Schienenbeanspruchungen Bedacht nehmen.

Um über Belastungsverhältnisse bei Pferdebetrieb einen Anhalt zu bieten, sei erwähnt, dass Zweispänner in Berlin ca. 2000 bis 2500 Kilogr. wiegen und 56 Personen fassen, welche, à 75 Kilogr., 4200 Kilogr. wiegen, so dass das Gesammtgewicht 6700 Kilogr. für 2 Achsen, mithin per Achse = 3350 Kilogr. beträgt. Es werden auf horizontalen Strecken in Berlin und Hamburg übrigens noch Wagen mit eisernem

Untergestell von 4000 — 4320 Kilogr. Gewicht verwendet, welche also besetzt mit 56 Personen 8500 Kilogr., das ist 4250 Kilogr. per Achse wiegen.

Die Samuelson'schen Wagen für 35 Personen wiegen 6250 Kilogr. belastet, also die Achse mit 3125 Kilogr., woraus ersichtlich, dass diese Wagen sich den bisher üblichen Belastungsverhältnissen anpassen. Die Dampfstrassenwagen, die für Versuche in der Neuzeit, soweit uns bekannt, am meisten in Concurrenz getreten sind, haben die in nachfolgender Tabelle gegebene Constructionsart und Verhältnisse und stellen sich zu den noch streitigen Punkten (Condensation) nach umstehender Tabelle:

Bei den mannigfachen Versuchen mit Dampfstrassenwagen sind zum Theil recht befriedigende Resultate in Bezug auf errungene Geschwindigkeiten und auch in Betreff des geringen Kohlenverbrauchs erzielt worden. Wenn nichtsdestoweniger bisher Dampfmaschinen für Strassenbahnverkehr noch nicht mehrfach Eingang gefunden haben, so liegt dieses unserer Ansicht nach zum Theil daran mit, dass es bisher wenige Constructionen gab, die eine genügende Condensation hatten und ohne merkliches Geräusch arbeiteten, wodurch der gewöhnliche Verkehr gefährdet und geschädigt wurde. Ferner scheint sich bisher noch nicht die von Dampfstrassenwagen erwartete Rentabilität herausgestellt zu haben.

Wir werden in dieser Anschauung auch durch Versuche bestärkt, welche in Wien zu verschiedenen Zeiten während mehrerer Wochen gemacht worden sind und über welche ein Geschäftsbericht der Wiener Tramway-Gesellschaft sagt, »Unter der Voraussetzung, dass der Tramway-Betrieb mit Locomotiven vortheilhafter und billiger als mit Pferden durchgeführt werden könnte, sind im Laufe dieses Jahres mit einer nach amerikanischem System construirten kleinen Locomotive durch sechs Wochen auf der Strecke Simmering-Centralfriedhof mitten unter dem regelmässigen Pferdebetriebe Probefahrten vorgenommen worden, und ist während dieser ganzen Zeit keine Störung im Verkehr vorgekommen; so dass in dieser Beziehung eine Verwendung der Tramway-Locomotive keinem Anstande unterliegen würde; allein die Kosten des Betriebes stellen sich nicht billiger als jene mit Pferden, und könnte daher vorläufig eine allgemeine Einführung nicht empfohlen werden. Die in Paris (1875) und anderen Städten vorgenommenen Versuche mit Dampfwagen haben bis jetzt ebenfalls keine praktischen Erfolge erzielt, jedoch werden wir diesem Gegenstande auch in Zukunft unsere vollste Aufmerksamkeit widmen.

Das Resultat der im Laufe des Jahres 1876 ebenfalls in Wien auf der dortigen Tramway vorgenommenen Proben mit einer französischen und einer englischen Maschine [2]) war gleichfalls derartig, dass sie an den in vorerwähntem Jahresbericht ausgesprochenen Ansichten nichts geändert haben.«

Nichtsdestoweniger wird es durch fortgesetzte Versuche und Verbesserungen gelingen, in Zukunft den Dampfbetrieb auf den Tramways einzuführen.

---

[2]) Detaillirte Beschreibungen dieser Maschinen und Probefahrten finden sich im Organ 1876, pag. 261. 263.

Name des Constructeurs.	Art der Maschine. Vorspann-Maschine.	Maschine mit dem Wagen verbunden.	mit Condensation.	ohne Condensation.	Eigengewicht der Maschine.	Gewicht im Dienst mit Passagieren.	Achsbelastung Kilogr.	Dampfspannung. Atmosph.	Geschwindigkeit, Kilom. per Stunde.	Kohlenverbrauch.	Anzahl der Plätze. Summa	Innen	Aussen	Heizstoff.
Grantham 1877, nur für starke Profile		—	—			8 Tonnen	4000				44	20	24	Coke
Perkins, für schwache Profile	—		—			4,5	2250	33	24					
Société métallurgique, für schwache Profile zulässig	—		—		6		3000							Coke
Merryweather 1875, Modell Paris: für schwache Profile	—		—	früher ohne Condns.	3,20			6						
Modell Cassel: für schwere Profile			—		2,65			8	11—12	23 Klgr. p. Stunde				Coke u. Anthracit
Hughes, für schwache Profile	—		—		5—7		2500	7—10	9—18	3,5 Klgr. p. Klm.				Coke u. Anthracit
Krauss & Co. 1877, für schwache Profile . . .	—			—	6		3000	12	15	3 Klgr. p. Klm.				Coke
Brown 1874, Grenze der zulässigen Belastung für schwache Profile . . .	—			—	$6^1/_2$—$7^1/_2$		3250—3650	15		8,2 Klgr. p. Stunde				Coke
Samuelson, Grenze der zulässigen Belastung für schwache Profile . . .		—		—		$6^1/_4$—7	3125—3500		36		35			
Henschel & Sohn, Cassel 1877, für starke Profile .	—		—		7—9		3500—4500	12	15					Coke u. Kohlen
Baldwin, Locomot.-Fabr. 1875, für schwache Profile		—		—			2750	26—29		3,66 Klg. p. Klm.				Coke u. Kohlen
Schwartzkopff f. schwache Profile	—		—											
Noiseless, für schwache Profile	—		—		5,5		2750			3,0 Klgr. p. Klm.				

III. Betrieb der Bahnwagen durch Drahtseil.

§ 20. In St. Francisco hat die Bahn-Anlage dadurch wesentliche Schwierigkeiten zu bewältigen gehabt, dass eine Steigung 1 : 9,1 ca. 850 Met. lang zu überwinden ist.

Hierfür hat der Ingenieur A. S Halladie einen endlosen Seilzug in Röhren, die oben geschlitzt sind und in welchen derselbe auf Rollen geführt wird, unter die beiden Gleise der Bahn gelegt. Sobald die Wagen, durch Pferde befördert, bis an die Rampe gelangt sind, wird statt ihrer ein Wagen vorgehängt, der einen nach unten gehenden Arm hat, welcher durch den Schlitz der Röhren greift. An diesem Arm sind unten 4 Rollen befestigt, die je paarweise das 25^{mm} starke, aus 114 gehärteten Drähten bestehende Stahldrahtseil umfassen und durch eine Schraube vom Vorspann-Wagen aus am Seil festgeklemmt werden.

Durch diese Mitnehm-Vorrichtung werden beide Wagen mit Leichtigkeit über die Steigung gefördert und zwar durch eine stationäre Maschine, mit einer Geschwindigkeit von ca. 6500 Met. = 4 engl. Meilen pro Stunde.

Der Wagen wird zum Stillstand gebremst, indem man die Schraube löst, mit welcher die Rollen am Seil festgeklemmt sind. Damit dann der Wagen nicht zurückgeht, wird derselbe gebremst. Die thalwärts fahrenden Wagen werden ebenfalls mit an das Seil gehängt, um so eine Ausnutzung der Last derselben zu erzielen und die zu Berg fahrenden Wagen mit zu ziehen. Für sämmtliche Details und Gesammt-Abbildungen der Anlage verweisen wir auf die Quellen: Engineering 1875, pag. 402, 406, und Polytechn. Zeitung 1875, pag. 307, 341.

VIII. Capitel.

Erhöhte Strassenbahnen.

Bearbeitet von

Otto Büsing,

Ingenieur in Kleinburg bei Breslau, technischer Director der Breslauer Strassen-Eisenbahn.

(Hierzu Tafel LXXXX, LXXXXI und LXXXXVII.)

---

§ 1. Entstehung der erhöhten Strassenbahnen. — Im Jahre 1867 erhielt eine Gesellschaft in New-York die Concession zum Bau einer Strassenbahn von Bowling Green durch die Greenwich-Strasse in die Ninth Avenue, welche über die Strasse erhoben auf einem continuirlichen eisernen Viaduct, dem Kantstein der Strassenfahrbahn folgend, angeordnet war. Man hatte diese erhöhte Lage wählen müssen, weil die Fahrbahnen der Strassen auf dieser Strecke bereits so sehr von Lastwagen frequentirt wurden, dass die Anlage eines Gleises im Niveau hier unstatthaft erschien. Der Plan für diese Bahn stammte von Mr. C. T. Harvey.

In der Concession war vorgeschrieben, dass die Bahn durch eine Reihe Einzelsäulen gestützt werden solle, in Abständen von 20′ = 6^m,095, ausgenommen bei Strassenübergängen, wo grössere Abstände erforderlich waren, dass ferner die Säulen 14′ = 4^m,267 hoch werden sollten und im Schaft nicht über 18″ = 0^m,4572 Durchmesser haben durften. Wo in Rücksicht auf die Stabilität eine zweite Säulenstellung neben dieser am Kantstein aufzustellenden Säulenreihe erforderlich wurde, musste dieselbe an die Häuser gesetzt werden, durfte dort aber nur mit Einwilligung der Hauseigenthümer vor Fenstern und Thüren aufgestellt werden, auch durften diese Säulen nur bis zu 9″ = 0^m,2286 Schaftdurchmesser haben.

Der Bahnverkehr sollte durch stationaire Maschinen mit Drahtseilen betrieben werden, und die Maschinen mussten entweder in die Strasse versenkt oder im verdeckten Zustande ebenfalls erhöht aufgestellt werden, um dem Strassenverkehr keinerlei Störungen zu bereiten. Je ein Gleis war auf jeder Fahrbahnseite angeordnet gedacht.

Nachdem im Jahre 1868 mit einer Strecke von 0,8 Kilom. Länge in der Greenwich-street in Bezug auf Stabilität gute Erfahrungen gemacht worden waren, fuhr man mit dem Ausbau fort und vollendete die Bahn im Jahre 1870 bis zur 30ten Strasse. Jetzt erwies sich aber der beabsichtigte Drahtseilbetrieb als unausführbar,

und nach langen vergeblichen Bemühungen für eine praktische Lösung dieses Problems entschlossen sich die Besitzer der Bahn zum Verkauf derselben an eine neue Gesellschaft, New-York Elevated Railway Company, welche es, zwar gegen den Willen vieler Anlieger, durchsetzte, die Bahn mit kleinen Locomotiven zu befahren.

Diese von einem wagenartigen Gehäuse eingehüllten Maschinen, welche zur Zeit zwei Personenwagen ziehen, sind seit 1871 in Betrieb. Im Januar 1876 war die Linie bis zur 61ten Strasse und in einem Zweig von Battery Place nach South Ferry ausgebaut.

Nach Herstellung mehrerer Ausweichungen, von denen eine die Stationen der 11ten, 14ten und 21ten Strasse umfassend, etwa $1^1/_2$ Kilom., die andere, die Stationen der 42ten und 50ten Strasse umfassend, nahezu 1 Kilom. lang ist, konnte im Nov. 1876 ein neuer Fahrplan mit 8 Min. Zeitdistanz der einzelnen Züge eingeführt werden.

Die jetzt vorhandenen Längen betragen:

Battery Place bis zur 61ten Strasse	8 Kilom.
Ausdehnung vom Battery Place nach South Ferry	1 -
Ausweichegleise	3 -
Summa	12 Kilom.

An dieser Strecke liegen 14 Stationen an Strassenübergängen. Die Kohlenstation ist Bowling Green, wo ein für die Hin- und Rückfahrt ausreichender etwa 30 Kilogr. haltender Korb Anthracit-Kohlen eingenommen wird.

§ 2. Construction der Bahn. — Die älteste Construction der Bahn ist auf Taf. LXXXX, Fig. 1, 3 u. 4 dargestellt. Dieselbe bestand in Säulen aus 4 miteinander vernieteten Phönixville-Eisen, welche sich in einem unter die Trottoirfläche gelegten Gussschuh auf einen Mauerklotz stützen. Durch seitliche Ausbiegungen zweier dieser Eisen war der Kopf der Säulen in Querträgerform zum Auflager ausgebildet, auf welchem die Längsträger, jeder aus zwei ⊔-Eisen bestehend, mit ihren Stössen lagerten.

Zur Versteifung der Längsträger sind diese mit einem leichten Hängewerk versehen und noch durch Winkelstreben sprengwerkartig gegen die Säulen gestützt worden. Diese Construction ist übrigens als zu wenig stabil verlassen worden und neuerdings die auf Taf. LXXXXI, Fig. 2 u. 5 dargestellte zur Ausführung gekommen.

Die Fundamente, noch in Uebereinstimmung mit der älteren Construction, bestehen aus einer 15^{cm} starken Granit-Grundplatte von quadratischer Grundform und 180^{cm} Seite, auf welcher ein Mauerklotz von 12^{cm} Höhe liegt, der alsdann den bis zur Trottoirhöhe reiche den 76^{cm} hohen Gussschuh aufnimmt; letzterer ist mit der Granitplatte durch 4 Stück 5^{cm} starke Anker verbolzt.

Die Säulen sind aus 4 Doppelt-T-Eisen hergestellt und im Schuh mit Cement festgedichtet. An drei Orten sind diese Ständer durch 8eckige Gusseisen verbunden. Durch Biegung der Ständer im Kopfende nach aussen bieten dieselben Stützpunkte für die Ecken eines quadratischen Rahmens, dessen eine Diagonale in der Bahnachse liegt. Consolartig sind durch Winkeleisen-Verbindungen in der Richtung der Diagonalen und zwar aus je 2 Winkeleisen von 89^{mm}, 127^{mm}, 10^{mm} die Auflager für die Längsträger gebildet. Die Ecken dieser Console sind noch durch Winkeleisen von $64^{mm} \times 64^{mm} \times 6^{mm}$ zu einem geschlossenen Rahmen verbunden.

Die Längsträger haben in den normalen Strecken $10^m,7$ Spannweite und bei Strassenübergängen $13^m,7$ resp. $16^m,8$ Spannweite und sind genietete Blechträger, im Steg 10^{mm} stark, in den Flantschen armirt durch Winkeleisen von 89^{mm}, 127^{mm}, 10^{mm} bei $10^m,7$ Länge und 46^{cm} Höhe, während die Träger von $13^m,7$ in der halben Länge auf 61^{cm} überhöht sind und Winkeleisen von 89^m, 127^m, 13^m als Flantschen haben

und die Träger von $16^m,8$ Spannweite gegen die Letzteren noch durch Gurtungsplatten von 254^m, 13^m verstärkt sind. Diese Längsträger sind über den Säulen gestossen und durch Winkelflantschen verbunden, welche Bewegungen der Träger in der Längenrichtung zulassen.

Ein Ende der Träger ist durch Schraubenbolzen auf den seitlichen Consolen der Säulen befestigt, während das andere frei aufliegt, um in seinen Längenveränderungen ohne Widerstand den Temperaturschwankungen folgen zu können.

Aber ausser mit ihren Endpunkten stützen sich die Längsträger noch auf die Säulen durch Querträger, welche an den in der Bahnachse liegenden Consolen der Säulen Auflager finden. Diese Anordnung der Unterstützungspunkte trägt wesentlich zur Solidität der Construction bei, gegen die Beanspruchungen der Säulen auf Verbiegung in der Längsachse der Bahn.

Gegen seitliche Schwankungen sind die Träger durch Winkeleisen von $76^{mm} \times 76^{mm} \times 8^{mm}$ verstrebt, welche in Fachwerk-Verband unter der oberen Gurtung befestigt sind. Das Gleis hat $1,47^m$ Spurweite und liegt auf Querschwellen von 10^{cm} starken Quadrathölzern, welche von Mitte zu Mitte 43^{cm} Abstand haben. Für den Oberbau sind Stahlschienen verwandt, von 17,8 Kilogr. Gewicht per laufd. Meter. Zwangsschienenartig liegen neben diesen im Gleise zwei Längsschwellen von 10^{cm} Breite und 18^{cm} Höhe.

Fig. 1.



Die Locomotiven (s. nebenstehende Fig. 1) hat man mit einem Wagengehäuse umkleidet. Dieselben haben 4 Treibräder von 84^{cm} (33″ engl.) Durchmesser und $1^m,52$ (5′ engl.) Achsstand, ihr Gewicht beträgt 5443—6570 Kilogr. (12000—14485 Pfd.).

Die Personenwagen haben, wie bei den amerikanischen Eisenbahnen üblich, Drehschemel; die Wagenkasten sind im mittleren Theile vertieft, so dass sie nur wenige Zoll über den Schienen liegen, wodurch der Schwerpunkt gesenkt ist und bei Entgleisungen der Wagenkasten sofort aufsitzt. Die Sitzbänke sind an die Längswände gelehnt.

Die Eingänge liegen an den Enden der Wagen. Im Innern des Wagens führen einige Stufen zu dem zwischen den Radachsen gesenkten Theil hinab, dem entsprechend liegen auch die Sitzplätze über dem Drehschemel höher, als diejenigen in der Mitte des Wagens. Die Gesammtlänge des Wagens beträgt $12^m,65$ (41′ 6″ engl.) das Gehäuse hat $10^m,85$ (35′ 6″ engl.) Länge, $2^m,13$ (7′ engl.) Breite und nimmt 48 Personen auf. Leer wiegen diese Wagen 7258 Kilogr. (16000 Pfd.).

Die Stationen der Bahn sind vor Querstrassen angeordnet. Ein sehr schlichtes Bauwerk aus hölzernen Ständern und Trägern mit einem Bretterschuppen als Warteraum (himmelblau angestrichen) überbrückt die Querstrassen in der das Eisenbahngleis begleitenden Trottoirflucht. Die Aufgänge zu diesen Wartehallen liegen an den beiden Trottoirs der Querstrassen. Es sind überdachte und eingeschalte Treppen, unten durch eine Thür verschliessbar.

Diese Treppen beengen ausserordentlich die Trottoirs, in dieser Beziehung ist aber das New-Yorker Publikum in einem für uns Deutsche unglaublichen Grade tolerant. Vielfach sieht man von Ladeninhabern ungestraft die halbe Breite des Trottoirs zur Feilhaltung ihrer Waaren in Anspruch genommen.

Die Wartehallen sind schmale, gegen den Perron offene Räume mit einer Bank an der Rückwand. An einem Ende derselben ist ein kleiner Raum abgeschlossen als Verschlag für den Bahnwärter und dessen Geräthschaften. Am Gleise hat der Perron eine Stufenerhöhung, welche zum Podium der Wagen hinaufführt. Die stärkste Steigung der Bahn ist 1 : 41,5. Die kleinste Curve hat 17^m Radius. Die mittlere Fahrgeschwindigkeit ist aufwärts $3^m,7$, abwärts $4^m,3$ oder $6^1/_4$' resp. $7^1/_4$ Min. auf die Meile engl. (s. Railw. Gazette, Juni 16. 1876).

Befördert sind auf dieser Bahn:

1873	640000	Passagiere
1874	810000	-
1875	910000	-
1876	2020000	-
1877	3150000	-

Nach Mittheilungen des Herrn Rumschöttel in der Zeitschrift für Bauwesen 1877 belaufen sich die Herstellungskosten auf 354250 Mk. per Kilom.

§ 3. Gutachten der Societät amerikanischer Civil-Ingenieure. — Das Bedürfniss New-Yorks für beschleunigte Verkehrsmittel innerhalb des grossen Stadtgebiets hat die geeignetste Ausbildung von Locomotivbahnen für den Localverkehr schon seit Jahren zu einer brennenden Frage gemacht. Durch die guten Erfahrungen, welche man in London mit unterirdischen Bahnen gemacht hat, liess man sich verleiten, auch in New-York Versuchsstrecken zu bauen, welche jedoch in dem Felsen-Untergrund New-Yorks beträchtlich theurer als in dem Thon-Untergrund Londons wurden und nicht Aussicht auf Rentabilität boten.

Ende 1874 nahm die »American society of civil engineers« die Frage auf und wählte eine Commission zur Berichterstattung über geeignete Mittel für beschleunigten Verkehr.

Die Commission legte einen umfangreichen Bericht am 30. Januar 1875 vor, welcher eine klare wissenschaftliche Grundlage zur Beurtheilung des Erfolges schneller Beförderungsmittel bietet.

Es wird in diesem Gutachten lebhaft der Bau erhöhter Bahnen in vorhandenen Strassen empfohlen und gleichzeitig nachgewiesen, wie wenig Aussicht auf Verzinsung Untergrundbahnen oder auch solche Bahnanlagen haben, welche man mit Benutzung von Privatgrund quer durch die Häuserblöcke zu legen gedachte. Da zur Zeit der Veröffentlichung dieses Berichtes durch Schneestürme Stockungen auf den Oberflächen-Bahnen und den eingeschnittenen Bahnstrecken vorkamen, während die erhöhten Bahnen betriebsfähig blieben, so förderte dies wesentlich die Zustimmung des Publikums für die empfohlene Construction. Das Gutachten vertritt die Meinung, dass durch Locomotivbahnen in der Hauptlängenausdehnung der Stadt-Insel von Süden nach Norden, der nördliche noch weniger angebaute Stadttheil wesentlich erschlossen und dadurch der Verkehr auch gegen die bisherigen Erfahrungen beträchtlich gesteigert werden wird.

Als Grundlage für Rentabilitätsberechnungen sind im Anhang dieses Berichtes sehr interessante Angaben gemacht, über die muthmaassliche Höhe der einzelnen Factoren, welche auch für europäische Verhältnisse ein geeignetes Bild von dem Kostenverhältniss dieser Factoren bieten können.

Es wird daselbst berechnet, dass der Maschinist und Heizer bei der erhöhten New-Yorker-Strassenbahn \$ 3,50 resp. \$ 2,00 per Tag bekamen und $78^1/_2$ Meile per Tag im Dienst zurücklegten, so dass also ihre Kosten per durchlaufene Meile engl.

auf $ 0,07 zu veranschlagen sind. Die Maschinenreparaturen, über welche Berichte von der erhöhten Bahn nicht vorlagen, sind mit Berücksichtigung anderer Eisenbahnlinien, wo sich dieselben auf $ 0,0726 per durchlaufene engl. Meile beliefen, für die beträchtlich leichteren Strassenbahn-Locomotiven auf 1/3 hiervon, also auf 2 1/2 Cent. per durchlaufene Meile angenommen.

Ebenso dürften sich die Kosten für Feuerungsmaterial bei leichten Strassenbahnen höchstens auf 1/3 der Kosten stellen, welche für 10mal so schwere Züge auf Normalbahnen verausgabt wurden, da für Letztere aber $ 0,1172 per Meile ermittelt sind, würde also für Strassenbahnen höchstens $ 0,039 zu rechnen sein.

Nach Mittheilung des Inspectors der erhöhten Bahn Mr. Wyman sind bei Zurücklegung von 984 Meil. 9922 Pfd. Anthracit verbrannt, welche per Tonne von 2000 Pfd. $ 6,5 kosteten. Demnach betrugen die Kosten per Meile $ 0,0311.

Auf diese Erfahrung hin sind für die Rentabilitäts-Calculation $ 0,0325 Feuerungskosten per Betriebsmeile angenommen, für Oel und Putzwolle ist 1/4 des Bedarfs bei schwererem Locomotivbetrieb in Rechnung gestellt mit rund $ 0,0025 per Betriebsmeile.

Die Wasserversorgung hat bei der erhöhten Bahn im Jahre 1874 für 80311 durchlaufene Meilen $ 135 gekostet, also pro Meile $ 0,00168.

Allgemeine Kosten für Maschinen, Schuppen, Oberaufsicht, Bureau, Wächter etc. sind übereinstimmend mit der Terre Haute und Indianopolis-Bahn auf 1/3 der gesammten Erhaltungskosten oder auf $ 0,083 per Meile berechnet. Die Wagenbedienung kostet der erhöhten Bahn per Meile an Conducteur-Lohn $ 0,035, für den Bremser $ 0,0286.

Wagen-Reparaturen sind auf 1/3 dieser Kosten bei normalen Bahnen mit $ 0,02 per Meile in Rechnung gesetzt.

Für Wartung der Wagen ist 1/4 der Kosten bei Eisenbahnen angesetzt mit $ 0,002. Ebenso sind die Schmiermittel für die Passagierwagen mit $ 0,00175 angenommen.

Für Beleuchtung und Heizung der Wagen sind $ 0,002, für Wagenreinigung 0,0025 und die allgemeinen Kosten der Wagenschuppen ebenso wie bei den Locomotivschuppen mit 1/3 normaler Bahnen oder $ 0,00666 angesetzt.

Hiernach setzten sich die Betriebskosten folgendermaassen zusammen:

Locomotivbetrieb per Zug-Meile.

Maschinist und Feuermann	$ 0,0700
Locomotiven-Reparatur	- 0,025
Feuerung	- 0,0325
Schmiermittel	- 0,0025
Wasserversorgung	- 0,00168
Allgemeine Ausgaben für Locomotivenschuppen incl. Reparatur der Schuppen und Geräthschaften etc.	- 0,00833.
Gesammt-Locomotiven-Betriebskosten	$ 0,14001.

Wagenbedienung per Zugmeile (3 Wagen im Zug).

Conducteur-Gehalt	$ 0,035	
Bremser-Gehalt	- 0,0286	
Wagen-Reparatur	- 0,02	
Schmieren und Beaufsichtigung	- 0,002	
Schmiermittel	- 0,00175	
Lat.	$ 0,08735	$ 0,14001.

	$ 0,08735	$ 0,14001.
Heizung und Beleuchtung	- 0,002	
Wagen-Reinigung	- 0,0025	
Allgemeine Kosten der Wagen-Schuppen	- 0,00666	
Wagenbetriebskosten	$ 0,09851	$ 0,09851.
Allgemeine Betriebskosten per durchlaufene Meile	$ 0,23852	$ 0,23852.

Mittheilungen der Direction der erhöhten Strassenbahn bestätigen, dass bei rationellem Betrieb sich, annähernd der vorausgeschickten Calculation entsprechend, die Betriebskosten nicht über 25 Cents per Zugmeile stellen werden.

Die allgemeinen Verwaltungs- und Bureaukosten bei Localbahnen stellen sich, wie eine graphische Darstellung des Berichtes nachweist, proportional der Zahl beförderter Passagiere und betrugen für New-York im Jahre 1872 durchschnittlich $ 2330 für jede Million beförderter Passagiere.

Die Unterhaltungskosten der Gleise sind bei erhöhten Strassenbahnen, ähnlich den Gleisunterhaltungen auf Eisenbahnbrücken, überhaupt ausserordentlich gering. An der Hand eines Schemas über diese Kosten bei der Louisville und Nashville R. R., für welche diese Position per durchlaufene Meile $ 0,272 betrug, lässt sich annehmen, dass bei erhöhten Strassenbahnen (deren Lasten höchstens 4500 Pfd. per Achse betragen werden) die Unterhaltungskosten nur $ 0,02 per Zugmeile betragen werden. Die Unterhaltungskosten der Viaduct-Construction lassen sich bisher nur einschätzen. Die Anstrichkosten belaufen sich auf $ 350 per Jahr und Bahnmeile; ebenso gross mögen auf die Dauer die durchschnittlichen Ausgaben für die Erhaltung der Construction sein, also im Ganzen $ 700 per Bahnmeile betragen.

Für Unterhaltung und Reparatur der Stationshäuser bei 5 Millionen Passagiere werden $ 1000 per Bahnmeile anzusetzen sein, mit einem Zuschlag von je $ 250 für jede nächsten 5 Millionen Passagiere. Als Stationsbedienung, bei einem Verkehr von nicht über 10 Millionen Passagiere, sind erforderlich:

2 Wärter à $ 3	$ 6
1 Hülfswärter	- 2,5
Es beträgt somit Zugbedienung per Station und Tag	$ 8,5.

Wenn der Verkehr 10 Millionen übersteigt, so ist ein zweiter Hülfswärter nöthig; die Kosten sind also dann per Station und Tag $ 11.

Bei Ueberschreitung von 20 Millionen braucht man 2 Wärter à $ 3	$ 6
4 Hülfswärter à $ 2,5	- 10
2 Frauen à $ 1,5	- 3
Bedienungskosten per Tag und Station	$ 19.

Drei Stationen werden auf eine Meile engl. zu rechnen sein.

Versicherungskosten betragen $ 250 und Abgaben $ 587 für jede Million Passagiere.

Für Telegraphie und Signale sind $ 500 per Meile Gleis eingesetzt, und schliesslich für jede Million Passagiere $ 750 ausserordentliche Kosten gerechnet.

Unter der Voraussetzung, dass 45% der Sitzplätze durchschnittlich besetzt sind, ein Zug 3 Wagen à 48 Sitze enthält, die Bahn 5 Meilen engl. lang ist und die Passagiermeile mit $1^1/_5$ Cent, also die ganze Tour mit 6 Cents bezahlt wird, stellen sich die jährlichen Ausgaben und Einnahmen wie in nachstehender Tabelle gezeigt ist.

Zahl der jährlich beförderten Passagiere	5000000	10000000	20000000	30000000
Zahl der Züge à 144 Sitze bei 45% Frequenz	77160	154320	308640	462960
Zahl der durchlaufenen Zugmeilen bei 5 Meil. Bahnlänge	385800	771600	1543200	2314800
Betriebskosten	$ 96450	$ 192900	$ 385800	$ 578700
Verwaltungskosten	- 11750	- 23250	- 46750	- 69750
Unterhaltung von Bahn- und Unterbau	- 14716	- 22432	- 37864	- 53296
Unterhaltung der Stationshäuser	- 10000	- 12500	- 17500	- 22500
Stationsbedienung	- 46537	- 46537	- 60225	- 104025
Versicherungen	- 1250	- 2500	- 5000	- 7500
Abgaben	- 2935	- 5870	- 11740	- 17610
Unterhaltung der Signale	- 5000	- 6000	- 8000	- 10000
Diverse	- 3750	- 7500	- 15000	- 22500
Total-Kosten	- 192388	- 319489	- 587879	- 885881
Einnahme bei 6 Cents Fahrgeld	- 300000	- 600000	- 1200000	- 1800000
Ueberschuss	- 107612	- 280511	- 612121	- 914119

Zur Ermittelung der zulässigen Baukosten der Bahn werden für New-York folgende Ansätze gemacht:

Als eine Abgabe zur Entschädigung der Anwohner der Strecke für 5 Meilen rund $ 1000000 für Grunderwerb, zu Schuppenbauten etc. $ 50000 für jede Million Passagiere.

Die Kosten der Stationshäuser sind für jede Million Passagiere auf $ 1000 anzuschlagen. Ferner sind je 5 Maschinen und 15 Wagen nöthig, von welchen die Maschinen $ 3500, die Wagen $ 2500 per Stück gekostet haben.

Für Verschiedenes sind schliesslich à Million Passagiere $ 2000 hinzuzulegen.

Demnach variiren die Grunderwerb-, Bau- und Betriebsmaterial-Kosten excl. des Bahnbaues je nach Grösse der Frequenz. Die in nachstehender Tabelle übersichtlichen Kosten resp. beanspruchen die beigefügten Antheile am Gewinn, bei Verzinsung des Anlage-Capitals mit 8%.

Setzt man diese Kosten vom Gewinn ab, so bleibt der Restbetrag, welcher bei 8procentigem Zinsfuss das zulässige Anlage-Capital für den eigentlichen Bahnbau erzielt oder, unter Voraussetzung von 5 Meil. doppelgleisiger Bahn, die zulässigen Bahnbaukosten per Meile (engl.) Gleis.

Zahl der Passagiere	5000000	10000000	20000000	30000000
Entschädigung der Grundeigenthümer	$ 1000000	$ 1000000	$ 1000000	$ 1000000
Bauplätze, Schuppen, Geräthe etc.	- 250000	- 500000	- 1000000	- 1500000
Stationshäuser	- 75000	- 150000	- 300000	- 450000
Locomotiven	- 87500	- 175000	- 350000	- 525000
Wagen	- 187500	- 375000	- 750000	- 1125000
Verschiedenes	- 10000	- 20000	- 40000	- 60000
Gesammt-Baukosten (excl. Bahnkörper)	- 1610000	- 2220000	- 3440000	- 4660000
per Meile Einzelgleis	- 161000	- 222000	- 344000	- 466000
Zinsen bei 8% Zinsfuss	- 128800	- 177600	- 275200	- 372800
Gewinn bei 45% Frequenz und nach Abzug der Betriebskosten, vorausgegangener Tabelle gemäss	- 107612	- 280511	- 612121	- 914119
Restbetrag zur Verzinsung der Bahnbaukosten	- —	- 102911	- 336921	- 541319
Zulässige Bahnbaukosten bei Verzinsung mit 8%	- —	- 1286387	- 4211512	- 6766487
Zulässige Bahnbaukosten per Meile (engl.) Einzelgleis	- —	- 128638	- 421151	- 676648

Auf die vorstehenden Zahlen hin kommt der Special-Berichterstatter hierüber Mr. M. N. Forney zu der Ansicht, dass sich ohne Erhöhung des Fahrgeldes über 6 Cents erhöhte Bahnen bei einer Frequenz von 15 Millionen Passagiere im Jahre rentiren werden.

Der Bericht stellt in Aussicht, dass der Verkehr einer schnell fördernden Stadtbahn mit Locomotivenbetrieb sehr bald auf 35 Millionen Passagiere anwachsen und es demnach zulässig sein werde, bis zu $ 935000 per Bahnmeile zu verwenden, wobei in Rücksicht auf in der Regel vorkommende Anschlag-Ueberschreitungen empfohlen wird, ein Viertel der disponiblen Mittel hierfür zu reserviren.

Besonderes Gewicht legt der Bericht auf eine möglichst leichte Ausbildung des Fuhrwerks, um erhöhte Strassenbahnen nutzbringend zu machen.

Um Züge genügend rasch aufeinander folgen lassen zu können, werden mindestens zwei Gleise nöthig sein. Güterzüge wird man von den Passagiergleisen auszuschliessen haben, dagegen Schnellzüge zulassen dürfen.

In Betreff der Sicherheit wird gefordert, dass dies Bauwerk nicht nur absolut sicher sein, sondern auch so aussehen muss. Man vermindert die Gefahr durch möglichst leichte Züge, um schnell anhalten zu können, und durch Sicherheitsräder u. dergl. zur Verhütung von Entgleisungen, ferner durch erprobte Blocksignale. Auch Bremsen und Sicherheits-Plattformen an allen Wagen sind zu empfehlen.

Um leicht zugänglich zu sein, sollten die Wagen Seiteneingänge erhalten, sowie auch Perrons von der ganzen Länge des Zuges sich vor den Stationen befinden.

Als durchaus nothwendig für die Billigkeit der Bahn gilt, dass Grunderwerb so gut wie gar keine Kosten machte.

In voller Berücksichtigung der vorhandenen Pferdebahnen müssen die erhöhten Strassenbahnen dieselben nicht stören, sondern vielmehr eine Ergänzungsanlage zu ihnen sein, lediglich entfernten Verkehr im Auge habend. So wird auch gerathen, nur in Entfernungen von halben Meilen Stationen anzulegen und womöglich die erhöhten Strassenbahnen in ein organisches Netz mit der Pferdebahn zu bringen, ja womöglich von der letzteren Gesellschaft bauen zu lassen und mit durchgehenden Billets zu betreiben.

Der in diesem Bericht angestellte Vergleich unterirdischer Strassenbahnen und solcher in Einschnitten angelegten mit den erhöhten Bahnen ergiebt, dass letztere in New-York durchaus die billigsten werden.

Als fernere Vorzüge erwähnt der Bericht, dass sie weder Ventilation noch Entwässerungs-Anlagen bedürfen, nicht durch Schnee gestört werden, noch Behinderungen beim Bau durch Canäle und Röhren erfahren, dass ferner dies System weniger als andere Zufälligkeiten ausgesetzt sei und sich die Kosten mit genügender Sicherheit vorher bestimmen lassen.

Die Haupteinwände, welche dagegen sich erhoben haben, sind:

1) dass die Kosten, wenn man die Bahn in Mauerwerk ausführen wollte, ebenso gross wie bei Untergrund-Bahnen werden und durch Luft- und Licht-Entziehung die Anwohner belästigt werden würden;

2) dass eine Eisenconstruction nicht stabil und dauerhaft genug sei;

3) dass grosse Gefahr für die Passagiere vorhanden sein würde, im Falle einer Entgleisung;

4 und 5) dass die anliegenden Grundstücke dadurch geschädigt und die Anwohner dadurch belästigt würden;

6) dass man Pferde dadurch scheu mache;
7) dass der Säulenstand in der Strasse mit dem Strassenverkehr collidire und
8) dass solche Construction überhaupt unschön sei.

Dennoch befürwortet die Commission dies System am meisten, weil andere Wege noch grössere Uebelstände mit sich führten. Sie empfiehlt, von Stein-Construction abzusehen und die Construction in Eisen auszubilden, welches hier so gut wie bei anderen schwierigen Bauten solide und dauerhafte Constructionen gewähre. Gegen die Gefahr für Personen wird geltend gemacht, dass sich die nöthigen Sicherheitsmaassregeln sehr wohl treffen liessen und dass auf der bestehenden erhöhten Bahn im Zeitraum von 3 Jahren 7 Monaten bei Beförderung von 1800000 Passagieren nicht eine Beschädigung vorgekommen sei.

Die Schädigung des Grundwerthes bleibt von der Commission in Frage gestellt. Einige Mitglieder derselben glauben, dass bei lebhaftem Verkehr der Grundwerth nahe demselben geradezu steigen müsse, andere glauben das Gegentheil. Es hatte durch 1200 Circulare eine Umfrage bei Anwohnern der bestehenden erhöhten Bahn stattgefunden, auf welche jedoch nur 68 Antworten eingingen. Davon hielten 5 die Bahn für vortheilhaft, 53 für nachtheilig, und 10 blieben zweifelhaft.

Die Ruhestörung wird von der Commission zugegeben, aber zugleich als eine Last bezeichnet, welche man im Interesse der gesammten grossen Stadt einigen Strassen aufbürden müsse, um dem Localverkehr zu genügen. Ein Mitglied der Commission, welches eigens zur Beobachtung der Belästigungen an der erhöhten Strassenbahn liegende Zimmer bewohnte, fand dort kaum Belästigung durch Geräusch, Rauch, Dampf oder andere Ursachen. Gegen Gefahren durch das Scheuwerden der Pferde spricht die Erfahrung an der bestehenden erhöhten Bahn und anderen Bahnen, wo sich überall die Pferde bald an die neue Erscheinung gewöhnt haben.

Störung des Strassenverkehrs ist fast gänzlich zu verhüten, wenn man die Säulen auf die Trottoirkanten setzt. Den Einwand, dass die Construction schlecht aussehen werde, giebt die Commission schliesslich als berechtigt zu, jedoch unter Hinweis darauf, dass überhaupt keine Stadtbahn werde künstlerisch ausgestattet werden können.

Für die Construction erhöhter Strassenbahnen empfiehlt die Commission aus Billigkeitsgründen einen Eisenbau von 16—25′ = $4^{m},876$—$7^{m},612$ Höhe. Die Belastung durch die Bahnzüge solle man nicht 1200 Pfd. per laufd. Fuss Gleise übersteigen lassen und mit 5 bis 6 facher Sicherheit construiren.

Als besonderer Vortheil der erhöhten Strassenbahn wird angeführt, dass man sie auch in engen Strassen, welche oft wichtige Geschäftsstrassen mit grossem Verkehr sind, bauen könne und zwar mehrgleisig auf zwei an den Kantsteinen des Trottoirs aufgestellten Säulenreihen mit quer über die Strasse gelegten Gitterträgern.

Ein derartiger von den Herren Buel vorgelegter Plan scheint der Commission sehr geeignet für Strassen von ca. 20′ = $6^{m},095$ Breite zwischen den Kantsteinen.

Dieselben berechnen die Meile doppelgleisige Bahn nach ihrer Construction auf $ 450000 bei 1500 Pfd. zulässiger Belastung per laufd. Fuss Einzelgleis.

Für breitere Strassen, z. B. die Avenues, welche 60′ Breite haben, empfiehlt die Commission als das Billigste die Zusammenstellung zweier Säulenreihen über der Mitte der Strasse, etwa mit Dreitheilung der Strasse durch dieselben, oder in so naher Anordnung, dass nur ein Fusssteig inmitten der Säulen bleibt. Bei solcher Anordnung würde eine Reduction der Kosten auf $ 300000 per Meile Doppelgleis

ohne Stationsgebäude etc. und für Belastungen bis zu 1200 Pfd. per laufd. Fuss Eisenbahngleis möglich sein.

Als sehr billige Constructionen bespricht der Bericht noch Bahnen aus einer Säulenreihe bestehend mit nur einem Längsträger, auf welchem das Fuhrwerk satteltaschenartig balanciren soll; dieses System würde zwar per Doppelgleis für $ 175000 bis 200000 herzustellen sein, aber wahrscheinlich sehr kostspielige mit grossen Betriebsschwierigkeiten kämpfende Fuhrwerk-Constructionen erforderlich machen.

Zur Illustration der Belastungsverhältnisse führt der Bericht an, dass ein normaler Eisenbahn-Passagierwagen für 60 Sitze 48′ lang 36400 Pfd. wiege, also 606 Pfd. per Passagier, dass dagegen die Wagen der New-Yorker Elevated Railroad mit 48 Sitzen 33 Fuss 6″ lang, ein Gewicht von 11200 Pfd. haben, also per Passagier 233 Pfd. wiegen.

Eine Passagierzug-Locomotive mit Tender wiegt 100000 Pfd., eine solche der New-York E. R. 10600, demnach ergiebt sich das todte Gewicht normaler Bahnzüge auf 1034 Pfd. per Passagier und dasjenige der E. R. R. auf 457 Pfd.

Es wird empfohlen, die bisher gebräuchlichen Wagen der erhöhten Bahn dadurch noch solider und leichter zu machen, dass man den bisher in seinem Mitteltheile gesenkten Wagen mit durchgehend horizontalem Gang baue, weil die Vortheile der Schwerpunktsenkung mehr als aufgehoben werden, durch die der soliden und leichten Bauart.

Man wird am besten nach Art der Pferdebahnwagen den Schwerpunkt genügend gesenkt haben, wenn man die Räder unter den Sitzen laufen lässt, ohne den Längsverband in den Bodenhölzern zu zerstören. Das Gewicht solcher Wagen wird sich auf 10800 Pfd., bei 48 Sitzen also auf 225 Pfd. per Passagier reduciren lassen.

Bei Zügen, welche in einer Ringbahn laufen und stets nur in einer Richtung vorwärts fahren, braucht man nur an eine Seite Thüren zu machen und vermehrt dadurch die Sicherheit des Publikums. Es möchte sich übrigens empfehlen, stets doppelte Thüren vor Eingängen anzuwenden, deren eine das Publikum und deren andere der Conducteur schliesst. Auch die Anordnung von Decksitzen wird empfohlen.

Um das Geräusch zu vermindern, soll man den Rädern ganz gleichmässig abgedrehte Stahlbandagen und Scheiben von Holz oder Papier geben.

Die Locomotiven empfiehlt die Commission, abgesehen von sonst möglicher Verbesserung, 1600 Pfd. leichter, als die bisher angewandten, zu machen. Stationen soll man möglichst auf Scheitelpunkte von Steigungen legen, so dass sowohl zur Verzögerung beim Vorfahren wie auch zur Wiedergewinnung der Geschwindigkeit beim Abfahren die Schwerkraft ausgenutzt wird.

Die Bahn wird also an solchen Stellen eine verticale Curve bilden mit dem Scheitel vor der Station.

Als eine geeignete Steigung wird 100 Fuss auf die Meile (d. h. 1 : 53) empfohlen.

Bei Stationen, auf welchen alle Züge halten sollen, legt man diese Ueberhöhung in den Hauptstrang, bei solchen, wo nur ein Theil hält, legt man für diese eine Ausweichung mit Ueberhöhung, wie diese Mr. C. W. Hunt empfohlen.

Unter der Voraussetzung, dass die stärksten Steigungen auf der Strecke 1 : 66 sind und der Widerstand des Zuges 40 Pfd. per Tonne von 2000 Pfd. beträgt, wird der totale Widerstand eines Zuges von drei Wagen und Locomotive 1260 Pfd. sein. Vorausgesetzt, dass die Adhäsion der Maschine ein Sechstel der Belastung der Treibräder beträgt, würde ein Adhäsionsgewicht von 7500 Pfd. nöthig sein, so dass eine Maschine mit 9000 Pfd. auf 4 Treibräder die nöthige Zugkraft geben würde. Will

man mehr als drei Wagen ziehen, so ist es rathsam, nicht durch schwerere Maschinen allein, sondern auch durch längere Maschinen, welche auf einer grösseren Zahl Räder laufen, die Züge zu betreiben, damit der Unterbau nicht concentrirtere Lasten als die vorausgesetzten aufzunehmen habe.

Man kann an der Maschine ein Hülfspaar Cylinder anbringen mit eigenem Dampfrohr und dieselben auf einen Theil der Räder während der Steigungen mitwirken lassen, in den übrigen Strecken aber ausschalten; oder man muss zwei Maschinen vorspannen, wodurch man allerdings die Bedienungsmannschaft auch verdoppelt.

§ 4. Gesetzliche Regelung des Strassenbahnbaues für New-York. — Der hier im Auszuge mitgetheilte Bericht war von grosser Wirkung. Schon im Sommer desselben Jahres 1875 erschien die sogenannte Husted Bill, welche dem Mayor von New-York Vollmacht zur Ernennung eines Raths von 5 Mitgliedern giebt, welche autorisirt waren, die Linien und die Constructionsweise für schnellfördernde Strassenbahnen zu bestimmen. Unter dieser Commission thätige Abtheilungen sollten die Zustimmung der Majorität der Grundbesitzer längs den proponirten Strecken suchen. Schlug dies Verfahren fehl, so hatten die Richter des Obergerichts im ersten District des Staates New-York eine andere Commission zu bestimmen, welche alsdann autorisirt war, Strassen für die beabsichtigten Bahnbauten zu bezeichnen, auch wenn dies gegen die Majorität der Anwohner geschehen musste. Unter diesem Gesetze war (s. Railroad Gazette vom 28. Septbr. 1877) noch im Jahre 1875 eine Commission ernannt, welche Anfangs 1876 berichtete. Dieselbe schrieb nicht die Construction für diese Stadtbahn direct vor, sondern stellte nur allgemeine Bestimmungen für dieselbe auf.

Sie wählte Linien für die N. Y. E. R. R. Company und für die Gilbert Company in ++++++++ Linien auf dem beigefügten Plan Taf. LXXXXVII.

Die zwei Gesellschaften durchliefen alle Processe, welche die Husted Bill bezeichnete. Schliesslich entschied das Appellationsgericht im Sept. 1877 zu ihren Gunsten, worauf sofort mit der Aufstellung specieller Projecte begonnen wurde. —

§ 5. Neueste Projecte der Elevated R. R. — Das Project der Elevated R. R. für die westliche Linie hält fast durchweg an dem System fest, welches die Bahn in der Achse der Säulenreihe, also über diesen anordnet, während die Gilbert Company nach Art der in den beigesetzten Darstellungen Taf. LXXXXI, Fig. 3—6 gegebene Construction für Whitehallstreet die Bahn über den auf zwei Säulenreihen liegenden Querträger und zwar zwischen den Säulenreihen anordnet. Mr. Courtright, Chef-Ingenieur der Elevated R. R., begründet sein Project folgendermaassen:

Fronte and Pearlstreets von Whitehallstreet zum Franklinsquare sind eng, mit nur schmaler Fahrbahn. Diese Strassen können nur unbedeckte Fahrbahn oder unbedeckte Fussteige behalten; daher sind zwei Pläne für diese Strassen zur Wahl gestellt. In diesem unteren Stadttheil, dessen Gebäude nur Nutzzwecken dienen, würde es ganz gleichgültig sein, ob die Bahn etwas näher oder ferner vom Haus liegt. Vom Franklin Square bis Av. Bowery müssen wegen der vielen anderen Bahnen, welche dort getroffen werden, die erhöhten Gleise dem Kantstein folgen, und in der Third Avenue, wo die oberen Stockwerke vorherrschend als Wohnungen dienen, legt man die Bahn am besten in die Mitte der breiten Fahrbahn, wo auch die Pferdebahnen liegen, über zwei Säulenreihen. Ueber der Fahrbahn liegen die Gleise 17′ $= 5{,}181^m$ hoch auf Säulen von 15″ $= 0{,}381$ Durchmesser, im Uebrigen haben die

Säulen nahezu überall 15" × 18". Die durchschnittliche Spannweite wird 43' 4", die Gitterträger von 33" Höhe werden im Maximum auf 8000 Pfd. per □" und durch Abscheerung auf 6000 Pfd. per □" beansprucht. — Die Maximaldurchbiegung beträgt $\frac{1}{1500}$ der Spannweite. — Je zwei Röhrenbalken, welche durch Fachwerk von $3\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$" versteift sind, bilden einen Ständer, welcher sich auf eine Gussplatte von 2200 Pfd. Gewicht stützt. Diese 3' 4" im Durchmesser haltenden Platten liegen auf 7' tiefgeführten Unterklötzern von 7' Seite. Die oberen Gurtungen der Längsträger bilden zwei Winkeleisen von 6" × 6" × $\frac{9}{16}$", die unteren zwei Winkeleisen von 5" × 5" × $\frac{9}{16}$". Die Spurweite des Gleises ist 4' $8\frac{1}{2}$", die Schienen aus Bessemer Stahl wiegen 50 Pfd. pr. Yard und sind auf yellowpine Querschwellen von 7' Länge und 6 × 5" gelagert. Auf jeder Seite jeder Schiene sind Langschwellen gelegt, die inneren 5 × 8", die äusseren 5" × 10", deren Enden miteinander verbunden sind. Diese Hölzer bilden den hauptsächlichsten Längenverband in der Construction, da die eisernen Träger wegen der Temperaturschwankung auf jedem dritten Stützpunkt lose gestossen werden müssen, während diese Hölzer in voller Länge verbunden werden können.

Die neuesten Wagen für diese Linien wiegen leer 16000 Pfd., sind über der Plattform 41' 6", im Gehäuse 35' 6" lang und 7' weit.

§ 6. Schluss. — Wie jung auch die Erfahrungen über erhöhte Strassenbahnen sind und wenngleich auch dieselben sich bisher nur auf ein einziges praktisches Beispiel stützen konnten, der Eifer, mit welchem amerikanische Ingenieure die Ausdehnung dieser Bauten über New-York verfechten, und die Energie, mit welcher die Repräsentanten des Staats legislatorisch die Bahnen für sie ebnen, bezeugen zur Genüge, dass praktische Bedenken von Belang diesem System nicht mehr entgegenstehen können und dass die Opposition sich im Wesentlichen nur auf ein Gefühl des Unbehagens stützen kann, welchem allerdings wohl nicht jede Berechtigung abgesprochen werden kann. — Das Ungewohnte, dicht über seinem Haupte auf offener Bahn Eisenbahnzüge vorüberjagen zu sehn, hat etwas Bedrohliches in unserm Gefühl, und nur langsam wird dasselbe stumpf dagegen werden; aber dieser Abhärtung muss fähig sein, wer am Weltmarkt wohnen will.

Es ist eine gegebene natürliche Entwicklung der grossen Städte, dass, wie man die Wohnungen in ihnen aufeinander schichtet, nachdem die Ausdehnung der Städte in die Breite die Grenzen des bequemen Tages-Verkehrs überschritt, man auch die Strassen über einander schichtet, nachdem der wachsende Verkehr in den vorhandenen Strassen nicht mehr Platz nebeneinander findet, und es ist eine glückliche Trennung, wenn, wie hier geschehen kann, der schnelle Verkehr aus dem langsamen ausgeschieden wird. Nur in seltenen Fällen wird man diese Trennung durch Untergrundbahnen unter ausgebauten Stadttheilen wie in London in noch rentabler Weise lösen können, in Folge der vielen Hindernisse durch Gas-, Wasser-, Siel-Leitungen, Flüsse u. dergl. m., und ebensoviel Unzuträglichkeiten werden dem anliegenden Grundbesitz aus solchen Untergrundbahnen gefolgert werden, wie hier aus erhöhten Bahnen; der Widerstand einzelner wirklich oder vermeintlich Geschädigter wird bei keiner Neuerung fehlen. Und so dürfen wir erhöhte Strassenbahnen trotz ihrer Gegner als eine vielversprechende Bereicherung der Verkehrsmittel in Städten ansehen.

Sie sind nicht mehr ein Problem; die Aufgabe, Locomotivverkehr inmitten des lebhaftesten Strassenverkehrs, ohne Beeinträchtigung des Letztern, möglich zu machen, ist von ihnen vollständig gelöst.

Ihre Verwendung aber ist noch nicht an den Grenzen des Möglichen angelangt, so lange sie nur dem Personen-Verkehr dienen.

Die Versorgung der Märkte mit den Küchen-Bedürfnissen des Tages und vielleicht auch das Abfuhrwesen in den grossen Städten können grosse Erleichterungen durch sie erfahren. Ohne Beeinträchtigung des Passagierverkehrs werden sie auch tauglich sein, solche Dienste schon in den frühsten Morgenstunden zu leisten, und sie werden dadurch zugleich beträchtlich ihre Rentabilität verbessern. Wenn alle Erschütterungen und Erdröhnungen der Bahn durch sorgfältige Federung und verbesserte Radconstructionen beseitigt oder doch gemildert sind, so werden sie statt als Ruhestörung vielleicht im Gegentheil bald als ein erwünschtes Mittel angesehen werden, den viel grösseren Lärm der Marktwagen und Abfuhrwagen in den Frühstunden den Städtern zu ersparen.

Literatur-Nachweis.

American Society of Civil Engineers.

Rapid Transit and terminal freight facilities entered according to Art of Congress in the year 1875 bei the American Society of Civil Engineers in the office of the Librarian of Congress at Washington.

Railroad Gazette 1876 Jan. 21. Juni 16. Dec. 8.
1877 Sept. 28.
1878 Febr. 15. Febr. 22. März 1. März 8.

Zeitschrift für Bauwesen Jahrgang 1877. (Ueber Stadtbahnen in Amerika von Rumschöttel.)

IX. Capitel.

Unterirdische Städtebahnen.

Bearbeitet von

Ladislav Vojáček,
Ingenieur in Prag.

(Hierzu Tafel LXXXXII bis LXXXXIX und 6 Holzschnitte.)

Einleitung. Die Intercommunication grosser Städte ist eine Lebensfrage ihrer Entwickelung geworden und gipfelt in der Anlage von Städtebahnen. Man sucht die Personenbahnhöfe bis in die innerste Stadt zu verlegen und verbindet sie unter einander, so gut es thunlich ist. So entstehen die Ringbahnen, wie solche gegenwärtig fast alle grösseren Hauptstädte aufzuweisen haben. Der Personen-Binnenverkehr wird durch Pferdebahnen und Fuhrwerke, und theilweise auch auf Wasserstrassen vermittelt. Diese verbindenden Transportmittel genügen aber keinesfalls den Ansprüchen, welche man an Eisenbahnverbindungen stellt, und so sieht man sich gezwungen, fast um jeden Preis die Eisenbahnen auch dem städtischen Binnenverkehr nutzbar zu machen. Indem nun diese Bahnen gerade an den verkehrreichsten Punkten der Städte wünschenswerth sind, dieser Verkehr aber eine Beschränkung der Strassen durch Eisenbahngleise nicht zulässt, so hat man dadurch eine Aushülfe gefunden, dass man solche Städtebahnen ganz oder doch grösstentheils unterirdisch anlegte. Man hat sich dadurch zu helfen gesucht, dass man die Bahnen in der Luft führte, wodurch aber die Störung des Verkehrs nur unvollständig vermieden werden kann und auch der Schönheit der Strassen Eintrag geschieht. Diese Städtebahnen sind im VIII. Capitel behandelt.

Wir haben es hier nur mit den unterirdischen Bahnen zu thun, welche den Vortheil besitzen, dass sie den übrigen Verkehr in keiner Weise hindern und die Schönheit der Strassen nicht beeinträchtigen. Ihr Hauptnachtheil besteht andererseits in dem hohen Kostenpunkte und in den technischen Schwierigkeiten, welche sich oft ihrer Anlage entgegenstellen. Dieses sind die Ursachen, warum diese Anlagen nur der neuesten Zeit angehören und selbst jetzt noch nur ausnahmsweise vorkommen.

§ 1. Die unterirdischen Städtebahnen Londons. — Unsere Aufgabe beschränkt sich nun in der Hauptsache auf eine Beschreibung der Londoner unterirdischen Städtebahnen, indem diese das einzige vollständige Beispiel solcher Anlagen darbieten.

London, die Königin aller Städte, hat darin einen glücklichen Anfang gemacht, und wir haben nicht viele Städte aufzuzählen, welche dieses Beispiel nachahmen können. Es giebt eben keine zweite Stadt in der Welt, welche über 300 Kilometer Bahnen mit beinahe 200 Personenstationen aufzuweisen hätte, wie es mit London der Fall ist. Die meisten jener Bahnen, sowie auch die sämmtlichen unterirdischen Bahnen, befinden sich in der nördlichen Hälfte der Stadt, welche bekanntlich von den südlich gelegenen Theilen durch die Themse getrennt ist. (Vergl. den Plan: Londons Eisenbahnen auf Taf. LXXXXII).

Die Personenstationen aller Hauptbahnen liegen durchweg in der inneren Stadt. Die North-Western-Bahn, welche jetzt ihr grosses, weit verzweigtes, 2560 Kilometer langes Netz über das nordwestliche England bis Schottland ausdehnt, legte schon im Jahre 1837, als London-Birmingham-Bahn, ihre Personenstation in der Stadt am Euston-Square in Westend an. Später entstanden die grossartigen Bahnhofsanlagen der Great-Western-Bahn in Paddington, wo sich die Endstation dieser 2450 Kilom. langen Bahn befindet; der Great-Northern-Bahn, mit 940 Kilom. Bahn-Netz, in Kings-Cross; der Great-Eastern, mit einem Netze von 2100 Kilom., in Bishops-Gate-Street. Die zuerst als Seilbahn betriebene, jetzt weit verzweigte Black-Wall-Bahn errichtete ihre Endstation in der City an der Fenchurch-Street. Die Midland-Bahn, mit einem Netze von 1440 Kilom., legte später die mächtige für den Personen-Verkehr bestimmte Pancras-Station und die Güterstation ganz nahe der Great-Northern nicht weit von Kings-Cross an. Später haben die North-Western-Bahn und die North-London-Bahn eine gemeinschaftliche Personen- und Güterstation in der Broad-Street angelegt, welche in der Nähe des Personenbahnhofs von der Great-Eastern-Bahn sich befindet.

Die Güterbahnhöfe sind zwar überall von diesen Personenbahnhöfen streng getrennt, befinden sich aber in ihrer Nähe.

Die südlich von der Themse gelegenen Bahnen sind ebenfalls wichtig und haben eine grosse Ausdehnung. Sie vermitteln den Transport mit den Südküsten Englands, sowie den Verkehr mit Europa. Hingegen ist die City, sowie alle Haupt-Verkehrsstellen nördlich von der Themse gelegen. Erst in den sechziger Jahren wurde der Anfang zur Verbindung des südlichen und des nördlichen Eisenbahnnetzes gemacht. Es wurde die Victoria-Brücke durch die London-Dover-Chatham- und die London-Brighton-South-Coast-Bahn gebaut. Diese Bahnen haben jetzt ihre Endstationen nördlich von der Themse, in der Victoria-Station. Nachher entstanden in rascher Folge die durch die Charing-Cross-Linie verbundenen Brücken und Stationen bei Cannon-Street und in Charing-Cross. Diese Kopfstationen bilden die Endpunkte der South-Eastern, South-Western und aller damit zusammenhängenden Bahnnetze.

In Folge des Baues der Victoria-Brücke und Station entstand auch die Brücke weiter oberhalb der Battersea, an welche sich die West-London-Bahn anschliesst, und so wurde eine ganz directe Verbindung der nördlichen mit den südlichen Bahnnetzen hergestellt.

Nachher hatte die London-Chatham-Bahn unmittelbar oberhalb der Blackfriars-Brücke die Themse zum zweitenmal überschritten, zwischen den Cannon-Street und Charing-Cross-Stationen unmittelbar im Stadt-Mittelpunkte die Ludgate-Hill-Station und geht über diese Station weit in die Stadt, wo sie sich noch an andere Bahnen anschliesst.

Der Local-Personenverkehr hat sich innerhalb der Stadt und deren Umgebung

in einer grossartigen Weise den Bahnen zugewendet und den zum Theil ganz übertriebenen Strassen- und Schiffsverkehr in sehr merkbarer Weise entlastet.

Eine wirkliche Stadtbahn wurde deshalb zur Nothwendigkeit.

§ 2. Anlage der unterirdischen Städtebahnen Londons. — Nach der oben skizzirten Entwickelung der Londoner Eisenbahnen hatte man von verschiedenen Seiten weitere Intercommunicationen projectirt. Charles Pearson wollte in der Faringdon-Street einen Bahnhof anlegen, welcher alle Londoner Bahnen vereinigen sollte, und wird gewöhnlich als der Urheber der unterirdischen Städtebahnen genannt.

Der Entwurf der Metropolitan-Railway wurde in den Jahren 1853 und 1854 vom Parlament genehmigt. Weil aber so colossale Geldmittel nur schwer zu finden waren, so hatte man erst im Jahre 1859 den Bau beginnen können. Die erste Strecke, zwischen den Stationen Bishops-Road und Farringdon-Street, wurde mit Anfang des Jahres 1863 dem Personenverkehr übergeben. Am meisten war bei diesem Bau die Great-Western-Bahn interessirt, da es ihr darum zu thun war, ihre Beförderung bis in das Innere der Stadt bewirken zu können.

Kaum war diese doppelspurige Strecke eröffnet, so hatte schon die Metropolitan-Gesellschaft zwischen Kings-Cross und Moorgate expropriirt, um daselbst eine zweite, ebenfalls doppelspurige Strecke anzulegen, welche parallel zur ersteren und bei Farringdon unter derselben geführt wurde, um auf diese Art eine directe Verbindung zwischen den Eisenbahnen Great-Western, Great-Northern und Midland einerseits und von Chatham, sowie dem unter dem Smithfield-Market gelegenen Güterbahnhof andererseits zu erhalten, ohne den starken Personenverkehr der damals schon im Betrieb befindlichen Strecke stören zu müssen (siehe Taf. LXXXXII). Diese neue Strecke wurde am 27. Jan. 1868 dem Güterverkehr und am 17. Febr. desselben Jahres dem Personenverkehr übergeben, und zwar zwischen den Stationen Kings-Cross und Farringdon-Street. Die nächste Strecke, zwischen Farringdon-Street und Moorgate-Street, ist beinahe ganz als Einschnitt ausgeführt, während die vorigen fast durchwegs unterirdisch sind; sie ist ebenfalls vierspurig angelegt. Die Great-Western-Bahn hatte, zur damaligen Zeit, noch eine Spurweite von 7 Fuss. Die zwei zuerst angelegten Gleise der Strecke von Farringdon-Street nach Moorgate-Street wurden für beide Spuren gebaut. Die übrigen Gleise waren normalspurig und wurden durch die Midland-Bahn betrieben. Die ersteren wurden für die Normalspur am 23. Dec. 1865 und für die Breitspur am 1. Juli 1866, die letzteren am 13. Juli 1868 dem Betrieb übergeben.

Eine dritte Strecke der Metropolitan-Bahn geht von der Edgware-Road-Station westlich nach Nottinghill-Gate-Station und von da südlich bis zu der Kensington-Station (High-Street), wo sich die zweite Gesellschaft der unterirdischen Londoner Städtebahnen anschliesst. Diese Strecke wurde am 24. Dec. 1868 dem Betrieb übergeben. Sie wurde durch dichte Häusergruppen geführt, welche man fast alle herunterreissen musste, um der Gefahr eines Einstürzens, in Folge des Zusammenschrumpfens des Untergrundes durch die Austrocknung, auszuweichen. Die Arbeiten wurden von John Fowler entworfen und dirigirt. Die Kosten betrugen 1,300000 Pfd. Sterling, oder ca. 3600 Mk. per laufd. Met., in welche Summe die Auslagen für die späteren Verbesserungen, Zweiglinien etc. nicht inbegriffen sind.

Im Jahre 1869 wurde die erste Strecke der District-Eisenbahn von South-Kensington bis Westminster-Bridge eröffnet und in verhältnissmäs ig kurzer Zeit bis Mansion-House fortgesetzt. Diese Bahn ist zum grössten Theil unterirdisch angelegt und geht, mit Ausnahme der Strecke von Westminster-Bridge bis Blackfriars,

unter Häusern und Strassen durch. Zwischen Westminster-Bridge und Blackfriars führt sie durch das Thames-Embankment. Diese Anlage regulirt den Themse-Strom, in welchem Ebbe und Fluth bis 6 Met. differirt, derart, dass da, wo früher weit ausgedehnte und die Luft verpestende Uferflächen zu Tage traten, man jetzt prachtvolle Strassen- und Parkanlagen erblickt.

An der Blackfriars- und Charing-Cross-Brücke fahren die südlichen über die Themse ankommenden Bahnen hoch über den Strassen, und erst unter diesen, ja selbst unter dem Hochwasserniveau der Themse, führt die unterirdische Bahn, so dass man an dieser Stelle vier der belebtesten Communicationswege der Welt in verschiedenen Höhen sich kreuzen sieht. Das Bahnniveau der unterirdischen Bahn liegt an einer Stelle bis $4^m,9$ unter dem Fluthstand der Themse. Die Entwässerung erfolgt durch Pumpwerke, welchen das eindringende Wasser durch Canäle zugeführt wird.

Die eben bezeichneten Hauptlinien der Metropolitan-Railway und der District-Railway beschreiben eine Ringlinie, welche die grossen am nördlichen Themseufer gelegenen Eisenbahnstationen mit einander und mit den Centren der Riesenstadt verbindet und nur in der Nähe der Bank auf eine kurze Strecke vorläufig offen bleibt.

Diese unterirdischen Eisenbahnen bilden die Verbindung zwischen Aldgate an der Mile-End-Road, unmittelbar an den Stationen der London-Blackwall-Eisenbahn, als nördlichem Anfangspunkt nach den folgenden Stationen: Liverpool-street-Station, dem Terminus der Great-Eastern-Eisenbahn, welche jetzt auch mit der East-London directe Verbindung besitzt. — Der Bank-, der Royal-Exchange-, der weltbekannte Broad-Street und Liverpool-Street, der City und der östlichen Stadt überhaupt. Ganz nahe aneinander folgen dann die Stationen Moorgate-Street, Aldersgate-Street und Farringdon-Street. Diese letzteren beiden Stationen bilden Dreieckspunkte des Anschlusses an die vom Norden nach Süden fahrende Metropolitan-Extension der London-Chatham- und Dover-Eisenbahn und die Station für Ludgate-Hill und für den Cristal-Palace in Sydenham. In dieser Partie liegen anschliessend an die unterirdische Städtebahn die Güterstationen Smithfield der G. W. Ry, Farringdon-Str. der G. N. Ry und eine neue Güterstation der Midland. Die nächsten Stationen Kings-Cross und Gower-Street sind dann in der Nähe der grossen Bahnhöfe der Midland- und der North-Western-Eisenbahn (Euston-Station) und haben auch directe Verbindung. Von der Gower-Street-Station geht eine Omnibus-Verbindung der Metropolitanbahn-Gesellschaft nach der nördlich gelegenen Camden-Town und ebenso von der nahen Portland-Road-Station eine Omnibus-Verbindung gegen Süden zu, nach dem bekannten Regent-Circus und Picadilly. Diese und die nächst gelegene Baker-Street-Station liegen unmittelbar zu beiden Enden des Regents-Park mit dem Zoologischen Garten. Von der Baker-Street geht als die Metropolitan St. John's Wood eine einer besonderen Gesellschaft gehörende, jedoch von der Metrop. betriebene Abzweigung gegen den Norden zu, nach der Swiss-Cottage, wo noch Linien gegen den Westen gebaut werden. Die beiden nächstfolgenden Stationen Edgware-Road und Pread-Street liegen unmittelbar am Paddington-Bahnhofe (Great-Western-Bahn). Von der Edgware-Road-Station geht eine theilweis unterirdische Abzweigung nach den westlichen Stadttheilen, Hammersmith und Kensington, während die innere Bahnlinie, mit den Stationen Queen's-Road (Bayswater) und Nottinghill-Gate, gegen den Süden sich wendet, wo dann die Stationen Kensington (High-Street) und Gloucester-Road (Brompton) die Dreieckspunkte einer Verbindung nach Earl's-Court und West-Brompton bilden. Von der Station Brompton, welche in der Nähe des Exhibition-Palastes gelegen ist, wendet sich die Bahn gegen den Osten nach South-Kensington, und über Sloane-Square

gegen die Victoria-Station, welche unmittelbar an dem uns Festländern wohlbekannten Victoria-Bahnhof der London-Chatham- und Dover-Eisenbahn gelegen ist. Von da gelangt die unterirdische Bahn mit den Stationen St. James-Park und Westminster-Bridge unter dem Themse-Quai nach Charing-Cross, unmittelbar an den gleichnamigen Endbahnhof der South-Eastern- und der South-Western-Eisenbahn, und sodann über die Station Temple nach Blackfriars an der London-Chatham- und Dover-Eisenbahn. Die Mansionhouse-Station in der unmittelbaren Nähe des Cannon-Street-Bahnhofes und unweit der St. Paul's Cathedrale, der Bank etc., bildet die Endstation der District-Railway.

Eine Verbindung der Mansionhouse-Station mit der Aldgate-Station, wodurch diese Stadtbahnen zu einer geschlossenen Ringbahn vervollständigt wären und wobei directe Verbindung mit der South-Eastern- an der Cannonstreet-Station erzielt wäre, sowie eine in Charing-Cross anzuschliessende und quer zum Midlandbahn-Terminus geführte unterirdische Bahn (London Central Ry), sind vorläufige Projecte, deren Verwirklichung von den Verhältnissen der Zukunft abhängt.

Diese unterirdischen Städtebahnen Londons haben, ohne die unten erwähnte East-London-Bahn, eine Gesammtlänge von ca. 34 Kilom., wovon auf die Metropolitan-District- oder kurzweg nur Districtbahn ca. 11 Kilom. und das Uebrige auf die Metropolitan-Bahn und auf die anderen Bahnen kommt, welche von diesen beiden Metropolitan-Underground-Railways befahren werden.[1]) Diese das Centrum der Riesenstadt einschliessenden Bahnen, befahren (ohne die East-London) ca. 40 Stationen, wovon etwas über die Hälfte an den Hauptlinien liegend, die Verbindung zwischen dem oberen Niveau der Stadt durch Treppen herstellen. An neun verschiedenen Stellen befinden sich ausserdem directe Verbindungen mit dem übrigen Bahnnetz. Ihre Lage charakterisirt Herr O. B. R. Hartwich in seinen aphoristischen Bemerkungen folgendermaassen: »Die Bahn umschliesst denjenigen Theil Londons, welcher die reizenden Parks von mächtigem Umfange, die königlichen Schlösser, die wichtigsten öffentlichen, sowie die der Kunst und den Wissenschaften dienenden Gebäude, die schönsten und grossartigsten Strassen, die herrlichsten Privatwohnungen, ebenso wie den eigentlichen Industrie- und Luxusverkehr enthält und sich an den Mittelpunkt des Weltverkehrs, nämlich an die Börse, die Bank, die Post etc. anschliesst.«

Die Metropolitan ist jetzt etwas über 12 Kilom. lang und enthält. 18 Localstationen. Das Längenprofil (mit Ausschluss der neu eröffneten Strecke Moorgate-Street-Aldgate) ist aus Fig. 4, Taf. LXXXXIV ersichtlich. Die Gefälle wechseln fortwährend, und es giebt Curven von 200^{m} Radius in Steigungen von $\frac{1}{100}$. Im Hauptstrang giebt es Steigungen von $\frac{1}{70}$. Die höchste Stelle liegt in Edgware-Road; von da fällt die Bahn nach Moorgate-Street um 16 Met. und nach South-Kensington um 25 Met. Mit Ausnahme der Widened-Line ist die Bahn zweigleisig, und auf der Widened-Line viergleisig. An einzelnen Anschlussstrecken giebt es noch viel stärkere Steigungen, als die oben bezeichneten. Die Widened-Line erstreckt sich von der King's-Cross-Station gegen den Osten, und es liegen daselbst auf einer Länge von nicht ganz 3 Kilom. neben mehreren Personenstationen die Güterstationen Smithfield

[1]) Die Bezeichnungen Metropolitan und District zum Unterschiede der beiden Gesellschaften ist in London allgemein gebräuchlich, statt derjenigen von Metropolitan Ry und Metropolitan-District-Ry, daher wir dieselbe auch überall gebrauchen werden.

der Great-Western, Farringdon-Street der Great-Northern, eine von der Midland-Bahn, sowie die Abzweigungen nach der Midland-, Great-Northern- und nach der London-Chatham- und Dover-Bahn. Diese Strecke liegt zum grössten Theil in offenen Einschnitten, zum Theil aber im Tunnel. Auf der Station Aldersgate sind die beiden Gleispaare vollständig getrennt und nur hinter Farringdon-Street-Station, gegen King's-Cross zu, sind dieselben mittelst Weichen verbunden, um sowohl aus King's-Cross, als auch aus Ludgate-Hill frei verkehren zu können. Weiter hinter Farringdon-Street-Station wird das nördliche Gleispaar über das südliche unterirdisch in verschiedener Höhe übergeführt, und erreichen beide erst vor King's-Cross gleiches Niveau.

In der Baker-Street zweigt die eingleisige St. Johns-Wood-Bahn ab, welche in einer Ausdehnung von über 3 Kilom. bis zu der 30^m höher gelegenen Swiss-Cottage führt und Steigungen bis zu 1 : 44 enthält.

An der Paddington-Station, dem Terminus der Great-Western, welche vielleicht als die Mutter der Underground bezeichnet werden dürfte, liegen zwei Stationen dieser letzteren Bahn, indem ein Zweig directe Verbindung mit der Great-Western bildet (Station Bishops-Road), um bis Westbourne-Park die Local-Gleise dieser letzteren benutzend, von da meist in offener Bahn, nach Hammersmith (Metropolitan-Str.) zu gelangen. Diese letztere Strecke gehört zu den Londoner unterirdischen Bahnen, insofern wir von der Bezeichnung »unterirdisch« absehen. An dieser Strecke befindet sich bei Latimer-Road Anschluss an die West-London-Bahn, welche die Verbindung zwischen den Hauptknotenpunkten aller Londoner Bahnen bildet.

Die Metropolitanbahn, welche vor der Paddington-Station ein wenig an Tageslicht kommt, geht dann unterirdisch bis nach Kensington-High-Street und findet ihren Endpunkt in South-Kensington, von wo die Metropolitan-District-Bahn weiter führt. Dieselbe besitzt schon zwischen Kensington-High-Street und South-Kensington eine theilweise parallele Tunnelstrecke, theilweise offene Verbindungsbahn, welche zwei Verbindungen mit der erwähnten West-London-Bahn besitzt, um in dieser Weise mit den Hauptknotenpunkten der Londoner Bahnen in directe Verbindung zu gelangen. Ein Zweig erstreckt sich gegen Westen bis in die unmittelbare Nähe der oben erwähnten Hammersmith-Station der Metropolitan-Bahn. Ausserdem sind die beiden parallel neben einander laufenden Tunnelstrecken, welche von den beiden Kensington-Stationen nach der West-London führen, nach beiden Richtungen nochmals mittelst Tunnelbahnen untereinander verbunden, um sowohl von der Clapham-Junction, als auch von der Willesdon-Junction und endlich auch von der linksufrigen Strecke der London- und South-Western ungestört directe Verbindungen mit den unterirdischen Bahnen zu erzielen.

Die Metropolitan-Districtbahn, welche in South-Kensington an die Metropolitan-Bahn anschliesst und am Westminster vorbei im Themse-Embankment dem Strom entlang und nachher bis nach Mansionhouse in einer Ausdehnung von $6^1/_2$ Kilom. fast immer unterirdisch geführt ist, hat günstigere Gefällverhältnisse ($^1/_{170}$ Maximalgefälle). Die Baukosten stellten sich aber noch höher als bei den vorgenannten Bahnen, was durch die Lage, insbesondere auch durch die unmittelbare Nähe des Stromes (die Bahn liegt an einer Stelle $4^m,9$ unter der höchsten Fluth) zu erklären ist.

Zu diesen Bahnen, als den unterirdischen Städtebahnen Londons, ist auch noch die East-London-Bahn zu rechnen. Diese Bahn benutzt den alten Brunnel'schen Themse-Tunnel und hatte lange Zeit nur einen beschränkten Personenverkehr, indem sie am nördlichen Tunnelende keine weitere Verbindung besass und nur mittelst Stiegen zugänglich war. Ein Anschluss an die Great-Eastern ist jedoch in der neuesten

Zeit hergestellt worden, indem die East-London unter Mitbenutzung der Great-Eastern von Kirk-Lane bis Liverpool-Street-Station in dieser letztgenannten Station ihren Anfangspunkt mitten in der City findet und mit der Great-Eastern, sowohl als mit der Metropolitan-Bahn in unmittelbare Verbindung tritt.

Wo es möglich war, hat man diese unterirdischen Städtebahnen als offenen Einschnitt ausgeführt. Diese Stellen sind im Längenprofil besonders bezeichnet, und sie sind aus leicht ersichtlichen Gründen selten.

Der grösste Theil dieser Bahnen ist jedoch als überdeckter Einschnitt oder als vollständiger Tunnel ausgeführt worden. Wo die Constructionshöhe zu einem Gewölbe nicht ausreichend war, hatte man die Mauern des Tunnels geradlinig in ihrer ganzen Höhe geböscht und oben mit **I**-Trägern versehen, zwischen denen kleine Backsteinträger gespannt sind. Wo es möglich war, hat man den Tunnel gewölbt. Dieses Gewölbe ist zum grössten Theil wegen der geringen Constructionshöhe aus Korbbögen gebildet (siehe Fig. 2 bis 7, Taf. LXXXXV), und nur theilweise, und dort wo es thunlich war, hatte man das Tunnelprofil oben mit einem Halbkreis beendigt. Das Material ist überall Ziegel und Eisen, wie bekanntlich in England überhaupt die meisten Eisenbahntunnel aus Ziegelsteinen gebaut sind. Beim Zusammenstosse mehrerer Tunnel werden die Decken durch Bögen aus I-Eisen gebildet, zwischen welchen kleine Ziegelbögen eingemauert sind. Die Tunnelgewölbe bestehen aus 6 Ziegellagen von zusammen $0^m,69$ Stärke. Alle Mauern sind mit Beton und oft noch mit Lehm hinterfüllt, und die Gewölbe sind vor dem Durchdringen des Wassers gehörig geschützt. Sehr oft musste man auch Bodengewölbe (meistentheils $0^m,46$ stark) anbringen.

Die lichte Breite zwischen den Auflagern beträgt bei der Metropolitan $8^m,69$ (88′—6″), wurde jedoch besonders bei der East-London-Bahn um $0^m,61$ geringer gehalten. Die erstere Breite musste wegen der breitspurigen Great-Western beibehalten werden.

Behufs besserer Ventilation hatte man die langen Tunnels mit Oeffnungen versehen, was oft mit grossen Unkosten verbunden war. Bei der Metropolitan wurde zu diesem Zwecke unter der Eastern-Road- und der Portland-Road-Station der grosse Tunnel zum Theil abgedeckt; man hat einige Seitenöffnungen angebracht und brach in das Gewölbe an fünf verschiedenen Stellen kreisförmige Löcher durch, welche ovale Oeffnungen von $6^m,5$ Länge und $0^m,9$ Breite bilden, mit gusseisernen Ringen ausgefüttert und oben im Strassenniveau mit Gitter verdeckt sind.

Von der Metropolitan wurde nur ein kleiner Theil als Tunnel nach der bekannten englischen Tunnelbau-Methode ausgeführt. Wo die Constructionshöhe nicht ausreichend war, wurden die Tunnels in Einschnitt-Arbeit gemacht. Man öffnete auf eine kurze Strecke zu jeder Seite der Tunnelachse Gräben an der Stelle der Widerlager, welche bis an den Grund reichten und in der Regel der ganzen Höhe nach verschalt wurden. Das herausgehobene Material, welches zu beiden Seiten gelegt wurde, hatte man in kürzester Zeit mittelst Karren weggeführt und anderswo zu verwenden gewusst. Der Kern zwischen den beiden Gräben blieb stehen. Nachdem man die Wände bis zu den Widerlagern ausgemauert hatte, wurde die zwischen den beiden Gräben liegende Erde bis ungefähr auf einen Meter unter dem Gewölbscheitel abgenommen. Das eiserne Gewölbgerüste wurde auf Verticalpfosten, welche sich auf den Vorsprung der Beton-Fundamente stützten, mit Keilunterlagen aufgestellt, und darauf wurde gewölbt, asphaltirt und mit dem vorher gewonnenen Materiale hinterfüllt und gedeckt. Auf diese Art war es möglich, mit einem verhältnissmässig sehr

geringen Bauplatz auszukommen. Sobald ein Stück des Tunnels beendet war, benutzte man den Platz zum Abladen des gewonnenen Materials an geeigneten Stellen, während man andererseits die zur Vollendung nöthigen Materialien im Tunnelgewölbe herunterliess und die Ausgrabungen sofort mittelst Karren entfernte.

Wo die Constructionshöhe ungenügend war, hatte man, wie schon erwähnt, das Gewölbe durch Blechträger ersetzt, so dass die geringste Höhe zwischen Trägeroberkante und dem Strassenniveau $0^m,3$ bis $0^m,45$ beträgt.

Die offenen Strecken sind überall mit starken Stützmauern versehen, wie es in einem so theueren Terrain kaum anders möglich ist. Ihre Böschung beträgt 1 : 8. Bei einigen Stützmauern hatte man über dem höchsten Punkte des Fahrprofils quer zwischen denselben gusseiserne Träger eingelegt und bis zu dieser Höhe die Mauern ohne Böschung gehalten. Die ersten Stützmauern wurden, ebenso wie alle übrigen Bauten, ganz aus Ziegeln erstellt und bestehen aus $0^m,91$ breiten Pfeilern, deren Stärke nach den Umständen variirt. Diese Pfeiler sind, wo Parapetmauern vorkommen, mit Tragbögen versehen, welche $1^m,7$ hoch sind. Verbunden sind sie mit horizontalen Gewölben, welche die gleiche Böschung wie die Pfeiler besitzen und unten anderthalb Ziegel ($= 0^m,33$), oben einen Ziegel ($= 0^m,22$) stark sind. Die Hinterfüllung besteht dann aus Betonguss, welcher mit dem Fundamente eine Masse bildet (Fig. 9 u. 10, Taf. LXXXXV).

Ein grosser Theil der Stützmauern ist als vollständiges Beton-Mauerwerk ausgeführt.

Die Wasser- und Gasleitungsröhren liegen womöglich über dem Tunnel, oder wenigstens nahe am Scheitel. Schiefe Ueberführungen wurden in senkrechte verwandelt, und auf solchen Stellen, wo sie in das Gewölbe hineingekommen wären, hatte man statt desselben Tragbalken angebracht.

Die Regulirung der Canalröhren ist oft überaus complicirt. Es war erlaubt, die Richtung von secundären Leitungen, wenn eine andere Construction nicht möglich war, in der Tunnelrichtung zu verlegen und sie in dieser Weise seitwärts bis zum nächsten, unter dem Tunnel gelegenen Hauptcanal zu führen, ohne jedoch den Querschnitt zu ändern. Die Richtung, das Gefälle und den Querschnitt der Hauptcanäle durfte man aber nicht ändern, ausser dass der sonst gemauerte Canal durch ein eisernes Rohr vom ganz geschlossenen oder auch oben mit einem dicht schliessenden Deckel versehenen Querschnitte ersetzt werden dürfte.

Bedenkt man dabei den Umstand, dass unter und neben einem wahren Häusermeer, sowie in den verkehrreichsten Strassen gearbeitet wurde, dass ganze Reihen von Häusern und Baulichkeiten theils niedergerissen, theils in allen möglichen Arten gestützt wurden, so muss man über die Genialität staunen, mit welcher die betreffenden Ingenieure und Unternehmer ihr Werk in so kurzer Zeit ausführten.

Diese complicirten Arbeiten konnten unmöglich ohne Unfall vollendet werden. Der bedeutendste soll bei dem Fleet-Sewer vorgekommen sein, welcher Canal-Strom in den Tunnel gerade vor dessen Vollendung einbrach und dadurch die Vollendung des Baues um einige Monate verzögerte.

Bei der Districtbahn hatte man Schwierigkeiten mit dem Themsewasser, indem sich die Tunnelsohle um mehrere Meter unter dem höchsten Ebbe- und Fluthstand der Themse befindet. [2]

Wenn der Name John Fowler als derjenige des Erbauers dieser Meister-

[2] Interessante Notizen über den Bau der Metropolitan befinden sich in einem betreffenden Aufsatz des Herrn F. Řiha, im Organ 1863.

werke in den Annalen der Ingenieurwissenschaften einen Ehrenplatz einnimmt, so gilt das noch mehr bezüglich der grossartigen Bauten der East-London-Railway, welche von Sir S. Hawkshaw und W. Hunt als Ingenieuren und den Herren T. und C. Walker als Unternehmern in der neuesten Zeit ausgeführt worden sind und wohl unter die grossartigsten Eisenbahnunternehmungen überhaupt gehören. [3])

Die East-London benutzte bekanntlich den Themsetunnel, indem sie bis zu der neuesten Zeit von dessen nördlichem Ende bis zu der am rechten Themseufer gelegenen Station New-Cross führte. Die am nördlichen Tunnelende gelegene Station heisst Wapping, und wurde von da die Bahn unter den grossen Docks, und einigen Lagerhäusern, und weiter unter einem Viaduct der Blackwall-Bahn unterirdisch bis zum Anschluss an die Great-Eastern in Bricklane durchgeführt, so dass sie seitdem unter den unterirdischen Städtebahnen Londons einen wichtigen Platz einnimmt und wahrscheinlich noch mehr einnehmen wird.

Die Tunnel-Station Wapping (Taf. LXXXXV, Fig. 8) hat $10^m,60$ (= 34′ 9″) lichte Weite und besitzt $91^m,5$ lange Plattformen. Zwischen $17^m,7$ hohen Stützmauern folgt eine offene Verlängerung von 14^m Länge. Die Stützmauern sind durch zwei übereinander liegende Reihen eiserner Streben verstärkt. Der ganze Tunnel liegt in einem Kiesbette, welches mit Wasser durchdrungen ist, und musste deshalb aussen mit einer $0^m,76$ bis $0^m,92$ dicken Lehmdichtung, welche bis in den dichteren ungefähr an der Bogenwurzel befindlichen Grund reicht, versehen werden. Mit einer Steigung von $^1/_{100}$ fährt die Bahn aus der Station Wapping und gelangt mit einer Steigung von $^1/_{60}$ unter das südliche Ende der London-Docks.

Das Normalprofil des Tunnels ist aus Fig. 5, Taf. LXXXXV ersichtlich. In Fig. 1—4 und Fig. 6—8, Taf. LXXXXV sind noch andere Modificationen des Profils abgebildet; Fig. 1 stellt das Querprofil unter den Docks, Fig. 3 die Abzweigung nach den London Docks-Yards, Fig. 4 Querschnitt an der Station Wapping (Themse-Tunnel), Fig. 6 das Profil nächst der Shadwell-Station dar. Die Höhe vom Sohlengewölbe bis zur Schienenoberkante beträgt $1^m,37$ (= 4′ 6″) und von Schienenoberkante bis hinauf, im Lichten $6^m,10$ (= 20′ 0″). Die lichte Breite des zweigleisigen Tunnels beträgt $7^m,63$ (= 25′). Das Profil ist oben mit einem Halbkreis von $7^m,63$ Durchmesser beschrieben, dessen höchster Punkt den Mittelpunkt des Sohlengewölbes bildet; zwei Segmente von $1^m,37$ (= 4′ 6″) und von $10^m,98$ (= 36′) Halbmesser bilden den Anschluss. Das Tunnelgewölbe ist $0^m,80$ (= 2′ $7^1/_2$″) und das Sohlengewölbe $0^m,57$ (= 1′$10^1/_2$″) dick. Wie überall in England, sind auch hier sämmtliche Tunnels aus Ziegeln gemauert. Von 100^m zu 100^m ungefähr sind runde Ventilationsschächte von $2^m,44$ Durchmesser im Tunnel angebracht worden.

Bald hinter den erwähnten Stützmauern der Wapping-Station führt die Bahn an einem grossen Werkhaus vorbei, welches 4^m von ihr entfernt ist. Die am nächsten gelegene Mauer des letzteren wurde bis zu einer Tiefe von 11^m bis 14^m unter Hochwasser pilotirt. Die Arbeit wurde in Abtheilungen von $1^m,37$ Länge zur Ausführung gebracht. Jedes solche Stück war $1^m,83$ breit und reichte bis zur vollen Tiefe. Jede Abtheilung wurde für sich ausgegraben und bis zwei Fuss unter dem tiefsten Punkt der Mauer mit Beton angefüllt. Das Uebrige ist dann mit Ziegelmauerwerk in Cement ausgeführt worden, und das Betonmauerwerk wurde sorgfältig drainirt. Während 12 Monaten mussten bei diesem Bau durchschnittlich 13,6 Cubikmeter Wasser pro Minute beseitigt werden.

---

[3]) Engineering, Dec. 17. 1875, p. 467.

Die Docks sind über der Bahn 190^m breit, und es war Bedingung, während des Baues den Schiffen eine genügende Wasserstrasse zu belassen. Die Arbeit wurde deshalb in zwei Theilen zu 95^m Länge ausgeführt, indem jedesmal die anderen 95^m zur Schifffahrt benutzt wurden. Die ersten Dämme waren aussen $18^m,3$ und innen $13^m,1$ breit, so dass auf jeder Seite eine Holz- und Lettenwand von $2^m,6$ Breite bestand. Am Ende machte man die Dämme etwas dünner. Der Bau dieser Hälfte dauerte 23 Monate und war mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Bei der zweiten Hälfte ging es schon besser. Am 29. April 1875 fing man an zu pumpen, und am 25. Juli war der Boden des Docks wieder hergestellt. Nachdem die erste Hälfte des Docktunnels vollendet war, wurde die Oeffnung vermauert, und die Dämme für die folgende Hälfte dann sorgfältig an die erste angeschlossen, indem der Anfang derselben für die zweite Hälfte in das Ende der ersten Hälfte eingebaut wurde. Die Hölzer wurden sorgfältig an die Mauerung angepasst und gekalfatert und der $0^m,6$ weite, zwischen den beiden Holzwänden belassene Zwischenraum mit trockenem Letten gefüllt. Der Anfang der Dämme der zweiten Hälfte wurde mit dem Ende der ersten Hälfte gehörig verbunden, und es konnten sodann die Dämme der ersten Hälfte bis an den zum Anschluss nöthigen Theil entfernt werden. Inzwischen hatte man zwei tiefe Gräben, an den Stellen, wo die Dämme hergestellt werden sollten, ausgebaggert. Diese Gräben wurden bis zur Höhe des künftigen Tunnels mit Lehm angefüllt, durch welchen man die Dammpfähle bis in den natürlichen Lehmboden einrammte.

Die Dämme sind so gebaut, dass sie den Druck einer $6^m,7$ hohen Wassersäule, wie sie in den Docks vorhanden war, mit Sicherheit ertragen konnten, und wurden oben mit einem Gerüst und einer Bahn versehen, auf welcher fünf zweitonnige Laufkrahnen behufs Aufladen des ausgebaggerten Materials auf Schiffe aufgestellt waren. Zu jeder Seite des Baues waren zu diesem Zwecke vier Sturzvorrichtungen in gleichen Entfernungen von einander angebracht. Die ganze Länge von $97^m,6$ wurde in vier Sectionen, und jede Section wieder in 5 Theile eingetheilt, von denen also jeder $4^m,88$ lang war. Der Boden war sehr unsicher, indem der unter dem Kiese gelegene Lehm wahrscheinlich Nester von fliessendem Sand enthält, aus denen, wenn der Wasserdruck von innen beseitigt wurde, Sand und Wasser in gefährlicher Menge austraten. Aus diesem Grunde ging man mit so kurzen Theilstrecken vor. Wenn wir die fünf Theile einer jeden Section mit laufenden Nummern bezeichnen, so wurde folgender Arbeitsgang beobachtet: Nr. 3 wurde entwässert und zugleich Nr. 4 gebaggert, dann so rasch als möglich Nr. 4 ausgemauert, und nachher Nr. 1, 5 und 2 fertig gebaut, wobei man vor Beendigung der Mauerung einer Unterabtheilung sorgfältig vermied, die nächste zu baggern. Nr. 3 wurde zuletzt fertig gemacht. Diese Arbeiten wurden in allen 4 Sectionen zu gleicher Zeit vorgenommen. Im Allgemeinen genügte es, das durch den Sand durchgedrungene Wasser mittelst Drainröhren abzuführen. Um einer gefährlichen Ueberschwemmung zu begegnen, war man in einem Falle genöthigt, Cement in Klumpen einzuwerfen und so die Sohle zu bilden. Bei dieser Dock-Unterführung betrug die Erdbewegung 22,000 Cubikm., und man verbrauchte 8000 Cubikm. Ziegel. Der Bau der ersten Hälfte dauerte 23 Monate, während die zweite Hälfte in 3 Monaten fertig wurde.

Die Bahn gelangt nachher unter mehrere grosse nördlich von den Docks gelegene Waarenhäuser, deren untere Böden im Allgemeinen durch eine Reihe elliptischer Bogengewölbe, auf welchen Tragsäulen der höheren Stockwerke ruhen, getragen werden. Die Bögen haben $4^m,88$ Weite und werden durch Pfeiler von quadratischem Querschnitte getragen, deren Seiten oben $0^m,56$ und unten $1^m,22$ messen. Diese Pfeiler

reichen bis in den Kies hinein und werden durch Doppelroste getragen, welche auf 9 bis in den Lehm getriebenen Pfählen ruhen. Die Höhe der Gewölbeböden von den Waarenhäusern bis Schienenoberkante im Tunnel beträgt 16^{m},78, und man musste dreizehn Pfeiler in der ganzen Tunnelhöhe, also auf etwa 17^{m},7, unterfangen. Unter jedem Pfeiler wurde die Erde bis zur vollen Tiefe ausgegraben, zu welchem Zwecke je ein Schacht von 1^{m},83 auf 2^{m},29 angelegt wurde, so dass dessen Breite um 0^{m},6 diejenige der Pfeiler übertraf. Dieser grössere Raum diente zum Ausgraben und Senken des Materials. Wo es nöthig war, wurden die Pfähle abgeschnitten und überall eine starke Zimmerung angebracht. Sobald auf diese Weise der Boden erreicht war, hatte man zu betoniren angefangen und diese Arbeit bis auf 0^{m},6 unter den Pfeilern fertig gemacht. Diesen Rost füllte man nachher mit Cement-Mauerwerk aus. Obwohl man nur 4 Pfeiler auf einmal in Angriff nehmen konnte, wurde jene Arbeit doch in der kurzen Zeit von 7 Wochen beendet. Der Gesammt-Verbrauch an Beton betrug 1200 Cubikm. Nach Beendigung jener Arbeit mauerte man den Tunnel aus und zwar mit demselben Profil, welches unter den Docks zur Verwendung kam (Fig. 1, Taf. LXXXXV). An den Stellen, an welchen die Pfeiler ins Tunnelprofil traten, wurden sie mit eingemauert und stellenweise, wenn sie bis in das Fahrprofil hineinragten, auch oben abgenommen; den übrig bleibenden Theil stellte man in das Tunnelgewölbe, wobei solche Pfeilerstumpfen mittelst 0^{m},57 dicker Sohlengewölbe verbunden wurden, um deren Druck auf das Tunnelgewölbe besser zu vertheilen. Unmittelbar hinter diesen Waarenhäusern zieht sich das Tunnelprofil in das einfache (Fig. 2, Taf. LXXXXV) zusammen. Dieser Theil ist etwa 60^{m} lang und enthält zwei Ventilationsschächte von 2^{m},44 Durchmesser. Ein Cloaken-Hauptcanal wird mittelst eines Gusseisenrohres von 2^{m},82 lichtem Durchmesser, welches von zwei I-Trägern getragen wird, an dieser Stelle übergeführt. Dieses Tunnelstück endigt mit einer Erweiterung in die Shadwell-Station (Fig. 8, Taf. LXXXXV), welche in einer Steigung von $^{1}/_{300}$ liegt. Hier schliesst sich eine kurze Abzweigung nach dem London-Docks-Yard an. Das Anschlussprofil ist in Fig. 3, Taf. LXXXXV abgebildet.

Die Plattform dieser Station ist 137^{m} lang. An jedem Ende sind offene Einschnitte mit hohen Stützmauern (Fig. 8, Taf. LXXXXV) angebracht. Die Blackwall-Eisenbahn fährt an dieser Stelle über die East-London, und zwar auf einem Viaduct, dessen Bögen ca. 10^{m},7 Spannweite haben. Die Höhe zwischen den Schienenoberkanten beträgt 20^{m},59. Man musste sieben Pfeiler dieses Viaductes unterfangen.

Die Bahnhofsgebäude der unterirdischen Bahnen Londons lassen sich von den anliegenden Wohnhäusern kaum unterscheiden, indem sie meistentheils in gleicher Strassenflucht liegen und ihr Aeusseres höchstens durch die bescheidenen Verhältnisse auffällt. Zugänglich sind die Perrons von oben nur mittelst Stiegen, und es haben die Stationen meistentheils gar keinen Vorhof. Sämmtliche Stationen, mit Ausnahme einiger der ältesten Strecken und der Tunnelstationen der East-London, sind in offenen Einschnitten enthalten und mittelst einer einzigen Halle mit Oberlicht überdeckt. In den Zwischenstationen befindet sich gewöhnlich zu jeder Seite der Gleise ein Perron, und führen zu jedem Perron besondere Stiegen. Die eine Seite dient zur Abfahrt und die andere zur Ankunft; eine Communication ist oft über dem Gleis hergestellt. Die Perronhöhe beträgt 0^{m},94 über Schienenoberkante, und die vorspringenden Holz- oder Steinziegelbeläge liegen um 1^{m},43 von der Gleismitte ab. Beim Einsteigen in die Wagen hat man daher keinen Fusstritt zu besteigen, und der Zwischenraum zwischen Perron und Wagen beträgt nur 51^{mm}. Die Perrons der

Zwischenstationen sind durchschnittlich $4^m,5$ breit und etwa 100^m lang. Die Hallen, welche diese Bahnhöfe bedecken, sind etwa $15^m,5$ weit.

Zwei bis drei Schalter befinden sich gewöhnlich in einem Vestibül, bei welchem jeder Reisende dicht am Eingang vorbeigehen muss. Dieses und zuweilen auch kleine Büffets oder andere sehr bescheidene Räumlichkeiten befinden sich in der Regel in einem kleinen Vorbau, wogegen die Diensträume meistentheils auf freitragenden eisernen Trägern mit zwischengespannten Gewölben angebracht sind.

Fig. 11 bis 13, Taf. LXXXXV beziehen sich auf eine Tunnelstation (Gower-Street) der Metropolitan-Eisenbahn, welche unter der Strasse liegend von der Seite nur mittelst dicker im Strassenpflaster angebrachter Gläser das Tageslicht erhält. Um dem Lichte die möglichste Verbreitung zu geben, sind die Fensterschächte mit weiss glasirten Kacheln bekleidet worden.

Die Gleise der Zwischenstationen sind selten mit Weichen verbunden.

Von den Hauptstationen führen wir Moorgate-Street, Farringdon-Street, Kings-Cross und Mansionhouse an. Die Benutzung des vorhandenen Raumes ist dort bis zum äussersten getrieben und die Anordnung des Bahnhofes den vorhandenen sehr theuren Bauplätzen angepasst. Bei der Mansionhouse-Station (Fig. 1—7, Taf. LXXXXIII), welche die Endstation der District-Railway ist, sind die Räumlichkeiten für Billetschalter, Büffet etc. in einem erhöhten Seitenbau angebracht. Die ganze Station trägt den Charakter einer Kopfstation und besitzt vier Gleise und vier Perrons, von welchen ein jedes sowohl vom linken als auch vom rechten Fahrgleis auf dem kürzesten Wege erreicht werden kann. Zu jedem von den vier Perrongleisen gehört ein besonderes Locomotivgleis mit einer Kohlenbühne und Putzgrube. Bei dieser Anordnung ist es möglich, die ca. 700 in dieser Station binnen 18 Stunden ankommenden und abgehenden Züge ohne Schwierigkeit verkehren zu lassen. Auf dem Locomotivgleise erwartet bereits eine zur Abfahrt fertige Locomotive den ankommenden Zug, wird sogleich vorgespannt und fährt denselben Zug wieder zurück, während sich die angekommene Locomotive auf ihr Locomotivgleis begiebt, um für den nächsten Zug ihrer Gruppe, dem sie vorgespannt wird, sich bereit zu machen, etc. Indem weder die Züge noch die Fahrpläne geändert werden, lässt sich die Weichenstellung mit der Saxby- und Farmer'schen Central-Stellvorrichtung sehr regelmässig und sicher besorgen, und man kann behaupten, dass der anscheinend so überhäufte Dienst eigentlich leichter vor sich gehen kann, als derjenige mancher schwerfällig zu manipulirenden Nebenbahn des Festlandes.

Die Mansionhouse-Station ist im Juli 1871 eröffnet worden, während die Moorgate-Street-Station im December 1865 eröffnet wurde. Aus diesem Umstand und weil die Moorgate-Street-Station schwierigere Constructions-Bedingungen hatte, lässt es sich auch erklären, dass sie architektonisch nicht so ausgestattet ist, wie die Mansionhouse-Station. Die Moorgate-Street-Station (Fig. 3, Taf. LXXXXIV) war zur Zeit ihrer Eröffnung die Endstation der der Metropolitan gehörenden und ausserdem von der Great-Western, der Midland, der Great-Northern und der London, Chatham und Dover befahrenen oben erwähnten Widened-line. Seitdem wurde die Metropolitan bekanntlich bis zum Anschluss an die Liverpool-Street-Station, sowie auch bis zur Aldgate-Station verlängert. Die King's-Cross-Station (Fig. 2, Taf. LXXXXIV) nimmt die im Tunnel liegenden Anschlüsse der Great-Northern und der Midland auf und bildet so den Anfang der Widened-line, welche sich viergleisig bis zur Moorgate-Street-Station erstreckt. Die Diensträume und der Billet-Verkauf befinden sich über der Bahn, und gestattet dieser Ueberbau leichten Zutritt von zwei Hauptstrassen.

Die Stiegen, welche das Publikum zu den Perrons führen, befinden sich unmittelbar in der Nähe der Billetschalter und ihnen gegenüber.

Aus Fig. 1, Taf. LXXXXIV ist die Verbindung der Metropolitan mit der Great-Northern und der Chatham-, London- und Dover-Bahn ersichtlich. Die Station Smithfield gehört der Great-Western an und hat nicht nur die Aufgabe, den Fleischmarkt Londons zu versorgen, sondern ausserdem noch einen erheblichen Stückgüter-Verkehr der Great-Western. Der Smithfield-Market enthält in seinem Souterrain die vier Hauptgleise der Metropolitan und ausserdem Zweige der London-, Chatham- und Dover-Bahn. Die Great-Western befördert täglich 6 bis 8 Güterzüge zu 40 Achsen von Bishops-Road über die Metropolitan nach Smithfield-Market. Die Smithfield-Station ist die älteste an die Metropolitan anschliessende Güterstation. Ausser dieser Güterstation schliesst sich der ebenfalls nur für Stückgüter bestimmte und der Great-Northern gehörende Güterbahnhof in Farringdon-Street an. Die beiden nach der Güterstation abzweigenden Weichen mussten an einer Stelle eingelegt werden, wo die Gleise der Widened-line aus der Station in $^1/_{10}$ fallen. Da indessen jedes Gleis nur in einer Richtung befahren wird, so hatte man feste Zungen, also unverstellbare Weichen anwenden können (Fig. 7 und 8, Taf. LXXXXVI). Ausserdem schliesst sich in der Nähe der Moorgate-Street ebenfalls ein für Stückgüter bestimmter Güterbahnhof der Midland-Bahn an.

Die gewöhnlichen Ventilationsschächte waren bei den langen Tunnelstrecken und der so starken Frequenz vollständig ungenügend. Das einzige erfolgreiche Mittel dagegen besteht darin, die Stationen offen zu halten und sonst für genügenden Luftzug zu sorgen. In dem Tunnel zwischen King's-Cross- und Gower-Street hatte man an den Ventilationsschächten, welche zahlreiche im Tunnelgewölbe angebrachte Luftöffnungen enthielten, eine Art Scheidewände angebracht, wie sie in nachstehenden Holzschnitten (Fig. 1 bis 4) abgebildet sind.

Fig. 1.

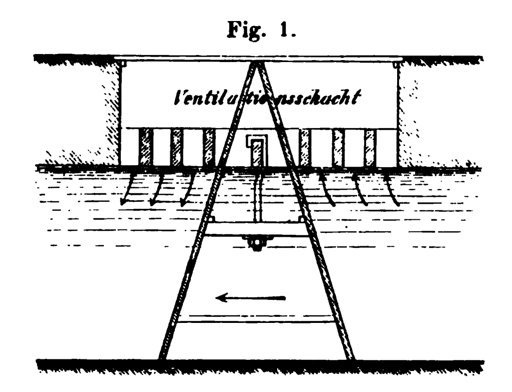
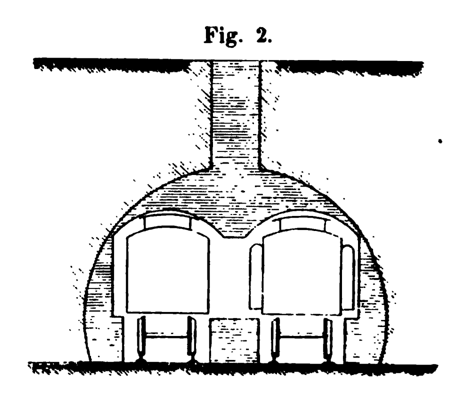


Fig. 2.



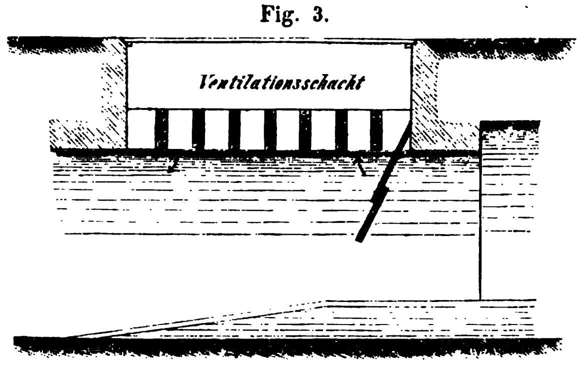
Man ging dabei von der Ansicht aus, dass der schnellfahrende Zug die Tunnelluft herausdrücken soll, ähnlich wie ein in einem Rohre bewegter Kolben, und dass frische Luft von aussen in den hinter dem Zuge sich bildenden luftverdünnten Raum durch die Ventilationsöffnungen nachströmt. Wenn hingegen der Zug gegen die Scheidewand fährt, so soll ein Theil der verdorbenen Luft durch die Schachtöffnungen ausgepresst werden, indem die Oeffnung der Scheidewand kleiner ist als der Tunnel-Querschnitt.

Die unter den Strassen befindliche Reparaturwerkstätte, sowie die Wagen- und Maschinenschuppen der Districtbahn wurden, um Zeit und Kosten zu sparen, in

Beton ausgeführt. Die $0^m,46$ starken Wände wurden in Entfernungen von $4^m,5$—5^m durch lisenenartige Pfeiler verstärkt. (Abbildungen sind im Engineering 1871 Juni, p. 404 zu finden).

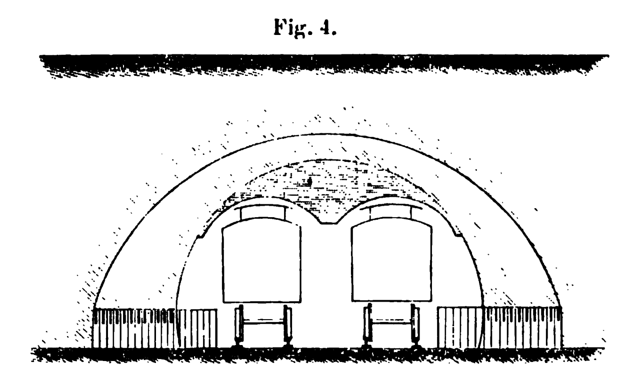
§ 3. Bahn- und Betriebs-Material der unterirdischen Bahnen Londons. — Von Paddington bis Smithfield führte ursprünglich auch die Great-Western, welche bekanntlich eine 7' breite Spur besass und deren Oberbau aus Langschwellen mit Brückenschienen bestand. In jedem Gleis lagen dann drei Schienenstränge.

Fig. 3.



Das Profil der jetzigen Schienen ist in Fig. 6, Taf. LXXXXVI abgebildet. Diese Schienen sind aus Gussstahl und wiegen 42 Kilogr. p. laufd. Met., sind 112^{mm} hoch und 170^{mm} breit im Fusse. Sie besitzen eine durchschnittliche Lebensdauer von $2^1/_2$ Jahren in den Stationen und von 8 Jahren an anderen Stellen. Ueber jede Schiene fahren täglich ca. 350 Züge mit 10 Kilom. Geschwindigkeit per Stunde. Die Locomotiven wiegen 43 Tonnen. Selten wird so oft gebremst als auf diesen Bahnen. Wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, unterscheidet sich die Schiene von unseren Vignolesschienen nur durch die Art der Befestigung, während man sonst in England bekanntlich fast ausschliesslich Stuhlschienen verwendet. Es soll auch bei den unterirdischen Bahnen Londons ein Stuhlschienenprofil statt des Vignolesprofils in Anwendung kommen, angeblich aus dem Grunde, dass sich Stuhlschienen sanfter fahren und leichter auswechseln lassen. Diese Schienen sind aus Stahl, haben eine Höhe von $5^5/_8$", ein Gewicht von 86 Pfd. per Yard, kräftige 20" lange mit 4 Schrauben versehene und den Fuss umfassende Laschen. Offenbar sind die alten Schienen leicht für den Dienst, und die Art der Befestigung kann keinesfalls für die Auswechslung bequem sein. Die gusseisernen Schienenstühle wiegen 19 Kilogr. und werden mit zwei durchgehenden Schrauben und Unterlagsplatten auf die Schwellen angeschraubt. Die Schwellen sind, wie fast durchgehend in England, aus nordischem Kiefernholz geschnitten, $1^m,82$ lang, 305^{mm} im Quadrat, und liegen 810^{mm} von Mitte zu Mitte entfernt. Ihre durchschnittliche Lebensdauer soll sieben Jahre betragen. Die neuen Schienen liegen mit schwebendem Stoss. Die Weichen sind durchweg mit kurzen Zungen des laufenden Profils versehen. Eigenthümlich sind die Weichen mit einer Zunge (Fig. 7, Taf. LXXXXVI), welche allerdings im Abzweiggleis nur in einer Richtung befahren werden. In Fig. 8, Taf. LXXXXVI ist eine verbesserte Construction dieser Weichen dargestellt, welche den Vortheil bietet, dass das Hauptgleis nicht unterbrochen wird. In England ist die centrale Weichen-Stellvorrichtung (meistentheils Saxby und Farmer, sonst aber öfters auch System Vicker,

Fig. 4.



mit nur einer beweglichen Zunge) bekanntlich allgemein eingeführt, und es sind daher solche Constructionen dort nicht im geringsten gefährlich. Sie sind aber unseren Weichen gegenüber zumal in starken Steigungen, wie es in dem oben erwähnten Falle bei der Farringdon-Station vorkommt, wo solche Weichen in einer Steigung von $^1/_{40}$ liegen, besonders vortheilhaft.[4])

Man versuchte ebenfalls eine atmosphärische Central-Stellung. Sehr gut dürfte sich für dortige Verhältnisse die vom Herrn Henning in Bruchsal bei Karlsruhe seiner Zeit construirte hydraulische Central-Stellvorrichtung empfehlen.

Der Betrieb geschieht mit Tenderlocomotiven, von welchen Figur 1 und 2, Taf. LXXXXVI den Typus zeigt. Diese Locomotive, von Beyer, Peacock & Co. in Manchester, soll von dem Erbauer der Metropolitan, Herrn John Fowler, construirt sein. Es ist eine starke Tenderlocomotive mit beweglichem Vordergestelle, welche leicht die Normalgeschwindigkeit von 40 Kilom. erreicht und auch leicht zum Stillstand zu bringen ist. Den Rauch kann man nach Belieben in den Kamin entweichen lassen, oder condensiren, um die Luft in den Stellen, wo sich eine Ventilation nicht gut ausführen liess, möglichst wenig zu verunreinigen. Zu diesem Zwecke lässt man den Rauch in besonders dazu an der Seite der Locomotiven angebrachte Wasser-Reservoire ausströmen, welche sich bald erhitzen und auf der nächsten Station entleert und frisch mit Wasser gefüllt werden können. Die Hauptdimensionen dieser Locomotive sind wie folgt:

Rostfläche	1,872 Quadratmet.
Heizfläche	99,879 -
Cylinder-Durchmesser	$0^m,445$
Cylinder-Hub	$0^m,628$
Durchmesser der Treibräder	$1^m,726$
Aeusserer Radstand	$6^m,512$
Von der Bogie-Mitte bis Mitte Hinterrad.	$5^m,885$
Radstand am Bogie	$1^m,255$
Dampfdruck	8,8 Atmosphären
Grösstes Adhäsionsgewicht	32 Tonnen
Grösstes Totalgewicht	43 -

Der Drehpunkt des Drehschemels befindet sich $2^m,092$ hinter dem Mittelpunkte des Rädergestelles. Diese Einrichtung würde das Durchfahren fast jeder denkbaren Curve ermöglichen. Theoretisch sollte diese Entfernung um 16 Centim. grösser sein.

Beim Durchfahren der langen Tunnels lässt man den Dampf und den Rauch in die Wasserbehälter einströmen und schliesst zu gleicher Zeit alle Klappen, sowie die Rauch- und Feuerthüren. Der Kessel hat $1^m,255$ Durchmesser und enthält 166 Stück Feuerröhren von 32^{mm} Durchmesser. Die Rahmen sind je aus einer starken, geschmiedeten Platte mit angeschweissten Achsbüchsführungen versehen und mittelst fünf Traversen mit einander fest verbunden. Beide Treibachsen können mittelst einer starken Spindelbremse gebremst werden.

Zum Heizen dient eine harte, ziemlich rauchlose Kohlenart, die Steinkohle von Bulffa in Süd-Wales. Man soll davon 10 Kilogr. per Zugkilom. verbrauchen. Ausserdem wird mit Cokes geheizt.

Jede Locomotive durchläuft durchschnittlich 220 Kilomet. per Tag. Die tägliche Dienstzeit dauert 18 Stunden.

---

[4]) Der General-Director der Petersburg-Moskauer Bahn, Herr König, hatte die einzüngigen Weichen mit Centralstellung seit mehreren Jahren selbst in Petersburg mit Vortheil eingeführt.

Die Wagen I. Classe sind $13^m,14$ lang, $2^m,51$ breit und $3^m,45$ hoch. Sie enthalten sechs gepolsterte und verzierte Coupés zu je 8 Sitzen. Der Wagenkasten ruht an je zwei vierrädrigen Drehgestellen, deren Achsen $1^m,177$ von Mitte zu Mitte entfernt sind. Das Gewicht eines solchen Wagens im leeren Zustande beträgt 15 Tonnen. Die Wagen II. und III. Classe haben dieselben Dimensionen und sind in 8 Coupés zu 10 Sitzen eingetheilt. Der einzige Unterschied zwischen der II. und III. Classe besteht darin, dass bei der ersteren die Sitze mit Leder überzogen, die Lehnen und die Sitze gepolstert sind, während in der III. Classe Alles nur aus Holz hergestellt ist. Das Gewicht dieser Wagen im leeren Zustande beträgt 14 Tonnen.

Die District besitzt vierrädrige Wagen. In der I. Classe sind daselbst vier Coupés je mit 8 Plätzen und in der II. und III. Classe fünf Coupés je zu 10 Plätzen.

Die Wagen haben Mansell'sche Holzscheiben-Räder. Die Buffer und die Kuppelungen sind sehr kurz, so dass der Zug bedeutend verkürzt wird und in Folge dessen auch die so kurzen Perrons dennoch ganz gut genügen können. Diese Construction liess sich deshalb vortheilhaft anbringen, weil keine Umstellung der Wagen stattfinden muss.

Die Thürgriffe sind in der Fensterhöhe angebracht, wodurch das Oeffnen von Innen erleichtert wird.

Ein schnelles und gutes Bremsen ist für die unterirdischen Züge von grösster Wichtigkeit, und weil Wagen nur selten zwischen den Endstationen ein- oder ausgehängt werden, so lassen sich continuirliche Bremsen ohne Schwierigkeit anbringen und verwenden. Die continuirliche Bremse von Clark & Wilkin (Fig 3 und 4, Taf. LXXXXVI) war auf der Metropolitan-Bahn seit 1869 eingeführt. Alle Wagen sind unter dem Kasten durch einen Kettenzug verbunden, welcher aus Ketten von $^3/_{16}$ Zoll Dicke besteht und von Wagen zu Wagen mittelst Hakeneinhängung erzielt ist. Der Zugführer spannt die Kette vor der Reise an und hält sie in diesem Zustande mittelst eines Frictionsriemens, welcher an der Handtrommel im Zugkasten befestigt ist. Die Spannung dieser Kette hält einen unter jedem Wagen angebrachten Bremshebel in der Höhe, welcher beim Nachlassen dieser Kette durch sein Gewicht fällt, wodurch eine von den Wagenachsen die Bremse in Thätigkeit versetzt, so dass die mit 35 Pfd. gespannte Kette eine Bremskraft von 3 Tonnen an jeden Bremsklotz vermitteln kann.

An dieser Achse befindet sich ein Excenter a, dessen Hub $2^1/_2''$ beträgt. Dieses Excenter ist auf einem schweren Hebel b aufgehängt und bewegt mittelst der Zugstange c und des Hakens d das Sperrrad e während des Fahrens. Dieses Sperrrad ist lose an der Achse f und befindet sich zwischen zwei Frictionsscheiben g, g, welche an derselben Achse mittelst Feder und Nuth angebracht sind. Die eine Scheibe ist festgekeilt, während sich die andere an der Achse verschieben kann. Diese Scheibe ist mittelst einer Spiralfeder angedrückt, welche so mit dem Treibhebel i zusammenhängt, dass sie zusammengedrückt wird, wenn dieser Hebel durch sein Gewicht sinkt. Dieser Hebel trägt an seinem Ende eine kleine Rolle l, unter welcher die Treibkette geführt ist, so dass beim Nachlassen derselben der Hebel sinkt, wodurch die beiden Scheiben das Sperrrädchen mittelst Reibung mitnehmen, so dass die Umdrehungen dieses Sperrrädchens seiner Welle mitgetheilt werden. An dieser Welle ist eine Rolle a angebracht, auf welche sich die Kette o aufwickelt und den Bremshebel p somit anzieht. Dadurch werden die Bremsklötze soweit angezogen, bis die Reibung an den Scheiben gg überwunden wird, womit die Achse f wieder in Ruhe kommt.

Die bekannte Westinghouse und andere continuirliche Bremsen wurden ebenfalls versucht.

Bei der in Anwendung gekommenen Smith'schen Bremse (Fig. 5, Taf. LXXXXVI) wird die Kraft durch Luftleere hervorgebracht.

An der Maschine befindet sich ein Hahn *a*, welcher geöffnet durch das Rohr *b* Dampf in den verticalen Cylinder *c* strömen lässt, wodurch ein Vacuum bis zu 10 Pfd. per □″ erreicht werden soll; die Luft wird durch die Röhre *dd*, welche zwischen den Wagen durch Schläuche communiciren, aus dem an jedem Wagen befindlichen Cylinder *e* angesaugt, welcher aus 2 Platten von 15″ Durchmesser besteht, die durch einen gefalteten Gummicylinder verbunden sind. Die atmosphärische Luft drückt nun die beiden Platten zusammen, zieht dadurch Hebel an, welche mit ca. 40 facher Uebersetzung die Bremsklötze an die Räder drücken, so dass jeder einen Druck von ca. 15 Ctr. erhält.

Jedes Coupé ist mittelst zwei Gasflammen beleuchtet. Dieses Gas wurde nach der bisherigen Einrichtung in einem grossen viereckigen Ledersack in jedem Wagen mitgefahren. Dieser Ledersack ist in einem den Wagen ganz überdeckenden Kasten enthalten und wird an der Endstation für jede neue Reise mittelst eines Kautschukrohres aus einem besonderen Gasometer gefüllt. Ein an einem Segment beweglicher Zeiger zeigt den Grad der Füllung an. Neuerer Zeit soll eine verbesserte Einrichtung deutscher Erfindung, bei welcher sich schmiedeeiserne Gasgefässe unter den Wagen befinden, zur Anwendung gekommen sein.

Zur Signalisirung dienen Zugsignal-Apparate, Glockenwerke, Sprech-Apparate und Armsignale. Die Zugsignal-Apparate zeigen entweder weisse oder rothe Farbe, jenachdem die zwischen zwei nacheinander folgenden Stationen gelegene Strecke frei ist, oder einen Zug enthält. Jede der beiden Signalbuden einer jeden Station enthält vier solche Apparate, nämlich zwei für jede Nachbarstation, und zwar einen für die Hin- und einen für die Rückfahrt. Ausserdem enthält jede Bude zwei Glockenwerke, wovon je eins für jede Richtung dient, und drei Sprechapparate, wovon für die nächsten Nachbarstationen je eins und ein drittes für directe Correspondenz bestimmt sind.

Die optischen Armsignale sind auf allen zwischen längeren Stationen eingeschalteten Blockstationen und an Abzweigungen nur am Abfahrtsende eines jeden Perrons aufgestellt. Der Arm steht horizontal, und es zeigt sich rothes Licht, oder steht er schief nach unten und zeigt grünes Licht, je nachdem das Zeichen zum »Halten« oder zur »Vorsicht« gegeben wird.[5])

§ 4. Betrieb der unterirdischen Städtebahnen Londons. — Die unterirdischen Bahnen vermitteln einen grossen Theil des Personenverkehrs der City mit den übrigen Theilen Londons und unterstützen den Personenverkehr der Hauptbahnen, indem sie deren in die Stadt vorgeschobene Personenbahnhöfe mit einander und mit den Stadtcentren in Verbindung bringen. Sie vermitteln ausserdem einen bedeutenden Güterverkehr, indem verschiedene Hauptbahnen während der sechs Nachtstunden ihre Gleise theils als Verbindungsgleise benutzen, theils in ihre an der Metropolitan gelegenen Güterbahnhöfe Stückgüter befördern. Diese unterirdischen Bahnen sind auch dann erst entstanden, als der Strassen- und Themseverkehr mit den gewöhnlichen Mitteln nicht mehr bewältigt werden konnte.

---

[5]) General Rules and Regulations to be observed by the Officers and Servants employed by the Metropolitan-Railway-Company, und daraus im Schwabe'schen Buch »über das englische Eisenbahnwesen.« p. 120.

Die an die unterirdischen Bahnen anschliessenden Bahngesellschaften weisen im Jahre 1874 folgende Zahlen der beförderten Personen auf:

Die London-North-Western	44	Millionen.
- Great-Western	34	-
- Midland	26	-
- Great-Eastern	31	-
- South-Western	20	-
- Brighton	$24^1/_2$	-
- Great-Northern	14	-
- South-Eastern	23	-
- London-Chatham-Dover	20	-
- North-London	19	-

Dem gegenüber beförderte die Metropolitan-Bahn allein in der ersten Hälfte des Jahres 1875 die ungeheuere Zahl von 23,543,567 Personen. Die durchschnittliche Länge einer Personen-Reise ist freilich nicht gross und beträgt ca. $2^1/_2$ Kilom.

Die Returns vom Jahre 1875 weisen folgende Daten auf:

	Metropolitan u. St. John's wood Railway:	Metropolitan District Railway.
Länge der Bahn	20,92 Kilom.	11,26 Kilom.
Anlage-Capital im Ganzen	168,300,300 Mk.[6]	110,394,920 Mk.
Anlage-Capital per Kilometer	7,435,778 -	8,577,694 -
Einnahmen im Ganzen	9,669,540 -	4,659,420 -
Ausgaben im Ganzen	3,826,800 -	2,217,940 -
Die Gesammtausgabe beträgt in Procenten der Gesammt-Einnahme	40% [7]	48%
Auf die Actien des Stamm-Capitals ist einschliesslich der Zinsen an Dividenden gezahlt worden:		
im ersten Halbjahr 1874	$2^1/_2$%	1%
- zweiten - 1874	3%	1%

Die Entwickelung des Personentransportes zeigen die folgenden Zahlen beförderter Personen:

1863 auf der Metropolitan	9,455,175		
1864 - - -	11,721,889		
1865 - - -	15,763,907		
1866 - - -	21,273,104		
1867 - - -	23,405,282		
1868 - - -	27,708,011		
1869 - - -	36,893,791		
1870 - - -	39,160,840		
1871 - - -	42,765,427	und auf der District	20,822,244
1872 - - -	44,392,440	- - - -	22,845,709
1873 - - -	43,533,973	- - - -	23,287,118
1874 - - -	44,118,225	- - - -	24,822,484

[6] Im Jahre 1863 betrug das totale Anlage-Capital 34,846,140 Mk. und wuchs von Jahr zu Jahr nach Bedürfniss und Möglichkeit an.

[7] In den letzten Jahren betrug das Verhältniss der Ausgaben zu den Einnahmen:
min. 38,6% im Jahre 1867,
max. 47,9% im Jahre 1872.

Trotz der angeführten Zahlen kann man sich von der fabelhaften Frequenz dieser Bahnen kaum eine Vorstellung machen, wenn man es nicht mit eigenen Augen gesehen hat. Bei King's-Cross laufen z. B. folgende Züge täglich:

Die Metropolitan benutzt zwei Gleise mit 391 Zügen; die London', Chatham und Dover 1 Gleis mit 139 Zügen; die Great-Northern 1 Gleis mit 85 Zügen; die Great-Western 2 Gleise, welche auch von der Metropolitan befahren werden, mit 121 Zügen: so dass Tag für Tag auf dieser Strecke 849 Züge hin- und herfahren Bei besonderen Gelegenheiten wird öfters die Anzahl täglicher Züge 1000 übersteigen. Dazu kommen noch Güterzüge, welche von einer Bahn zur anderen über die Gleise der Metropolitan fahren.

Der Schrift »Ueber das Englische Eisenbahnwesen« des Herrn Regierungsrath Schwabe (neue Folge) entnehmen wir folgende Zusammenstellung der Personen- und Güterzüge, welche von dem Verkehr der unterirdischen Bahnen ein übersichtlicheres Bild gewähren. Es verkehren auf diesen Bahnen täglich folgende Züge:

I. Auf der zweigleisigen Hauptbahn der Metropolitan District-Railway.

A. In der Richtung von Liverpool-Street-Station, resp. Moorgate-Street-Station nach Mansionhouse-Station.

1) Von Moorgate-Street-Station über die Metropolitan und Metropolitan-District bis Mansionhouse-Station von 6 Uhr Vormittag bis 11 Uhr 40 Minuten Nachmittag 92 Personenzüge.

2) Von Liverpool-Street-Station nach Moorgate-Street-Station, Baker-Street, Bishops-Road, Latimer-Road, Shepherd's-Bush und Hammersmith von 5 Uhr 45 Min. Vormittag bis 11 Uhr 40 Min. Nachmittag 66 Personenzüge in jeder Richtung.

3) Von Liverpool-Street-Station nach Moorgate-Street-Station, Baker-Street, Bishops-Road, Latimer-Road, Shepherd's-Bush, Gunnersburg, New-Gardens, Richmond von 6 Uhr 10 Minuten Vormittag bis 11 Uhr 20 Min. Nachmittag 28 Personenzüge in jeder Richtung.

4) 10 Personenzüge in jeder Richtung, welche von Moorgate-Street-Station theils nach Bishops-Road, theils nach Brompton (Gloucester-Road) gehen.

5) Von Moorgate Street-Station nach den Stationen der Great-Western bis Reading und zurück 57 Personenzüge in jeder Richtung.

Von Moorgate-Street-Station 14 durchgehende Personenzüge in jeder Richtung nach den Stationen Swindon, Bristol, Plymouth der Great-Western.

Zusammen 267 Personenzüge.

6) Ferner verkehren auf der Strecke von der Smithfield-Güter-Station der Great-Western bis zur Paddington-Güter-Station derselben Bahn 8 Güterzüge in jeder Richtung.

B. In der Richtung von Mansionhouse-Station nach Moorgate-Street-Station:

7) Von Mansionhouse-Station über die Metropolitan-District und Metropolitan bis Moorgate-Street-Station von 6 Uhr Vormitt. bis 11 Uhr 40 Min. Nachmitt. 92 Personenzüge.

8) Von Mansionhouse-Station nach Gloucester-Road, North-End und Hammersmith von 5 Uhr 30 Min. Vormittag bis 12 Uhr 3 Min. Nachts 69 Personenzüge in jeder Richtung.

9) Von Mansionhouse nach Earls-Court, Addison-Road, Willesdon-Junction, Dalston-Junction und Broad-Street-Station von 7 Uhr 13 Min. Vormittag bis 8 Uhr 13 Min. Nachmittag 28 Personenzüge in jeder Richtung.

10) Von Mansionhouse nach Earls-Court, Addison-Road, Latimer-Road nach Bishops-Road von 7 Uhr 53 Min. Vormittag bis 8 Uhr 23 Min. Nachmittag 30 Personenzüge in jeder Richtung.

Zusammen 219 Personenzüge.

Mithin verkehren täglich in beiden unter A und B bezeichneten Richtungen, wobei die unter A 1) und B 7) aufgeführten Züge nur einmal gerechnet worden sind, im Ganzen 788 Personenzüge in der Zeit von 5 Uhr 30 Min. Vormittag bis 12 Uhr 3 Min. Nachts. An den Sonntagen findet auf allen englischen Eisenbahnen eine Beschränkung nur auf die allernöthigsten Züge statt.

II. Auf der zweigleisigen Parallelbahn der Widened-line von Moorgate-Street bis King's-Cross (Metropolitan).

A. In der Richtung von Moorgate-Street nach King's-Cross und zurück.

Von 5 Uhr 35 Min. Vormittag bis 11 Uhr 38 Min. Nachmittag 61 Personenzüge der Great-Northern von Moorgate-Street nach King's-Cross, Enfield, Barnet, Alexandra Palace, sowie nach anderen Orten in der Umgebung von London und zurück.

Von 7 Uhr Vormittag bis 11 Uhr 40 Min. Nachmittag 52 Personenzüge der Midland von Moorgate-Street nach Kentish-Town, South-Tottenham, sowie nach anderen Orten in der Umgebung von London und zurück.

Zusammen 113 Personenzüge in jeder Richtung.

B. In den Richtungen von King's-Cross nach Farringdon-Street, Ludgatehill und weiter südlich der Themse, sowie von Moorgate-Street nach Ludgatehill und weiter südlich der Themse, sowie umgekehrt von Süden nach Norden:

6 Personenzüge der Midland nach Hernehill etc. südlich der Themse und zurück.

14 Personenzüge von Moorgate-Street über Ludgatehill nach Victoria, Crystal-Palace und anderen Stationen der London, Chatham und Dover.

Zusammen 102 Personenzüge in jeder Richtung; ausserdem verkehren in der Richtung von King's-Cross nach Farringdon Street, Ludgatehill und weiter südlich der Themse, sowie in umgekehrter Richtung 47 Güterzüge der Great-Northern nach Farringdon-Street-Güterstation, Battersea, Clapham-Junction, Hernehill, Elephant-Castle und zurück.

38 Güterzüge der Midland nach Battersea, Walworth, Hernehill, Clapham etc. und zurück.

Zusammen 85 Güterzüge in jeder Richtung.

Unter Hinzurechnung von ca. 20 Leerzügen und leeren Maschinen verkehren somit täglich auf der Widened-line in beiden Richtungen im Ganzen

430 Personenzüge und
210 Güterzüge, Maschinen etc.

Ueberhaupt 640 Züge, deren Zahl jedoch an den Sonntagen auf noch nicht ganz den dritten Theil reducirt wird.

III. Auf der eingleisigen St. John's-wood Railway von Baker-Street bis Swiss-Cottage.

Von 6 Uhr 40 Min. früh bis 12 Uhr 6 Min. Nachts 172 Personenzüge in beiden Richtungen.

IV. Auf und von der East-London Railway, welche als unterirdische Stadtbahn noch nicht lange besteht, verkehrt ebenfalls eine beträchtliche Anzahl von Personen- und Güterzügen, welche wir jedoch nicht genauer angeben können.

Die Züge sind nach Bedürfniss vertheilt. In aller Frühe fahren bloss Arbeiterzüge, und die meisten Züge verkehren während der Geschäftsstunden. Weder die stündliche Anzahl Züge, noch die Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Zügen sind ganz gleichmässig.

Wir geben nach der erwähnten Schrift des Herrn Schwabe auch die folgende Tabelle, welche die Raschheit und Regelmässigkeit dieses einzig dastehenden Betriebes sehr anschaulich macht.

Zusammenstellung der Fahrzeiten und Entfernungen der Underground-Railway.

	Bezeichnung der Strecken:	Entfernung der Stationen in Met.	Fahrzeit zwisch. den Stationen einschliesslich Aufenthalt.	Entfernung von Mansionhouse in Metern.	Gesammte Fahrzeit von Mansionhouse ab.
Metropolitan-District.	Mansionhouse-Blackfriars	684,0	2(3)	684,0	...
	Blackfriars-Temple	764,0	2	1448,0	4
	Temple-Charing-Cross	724,2	2	2172,2	6
	Charing-Cross-Westminster	684,0	2	2856,2	8
	Westminster-St. James's-Park	744,3	2	3600,5	10
	St. James's Park-Victoria	744,3	2	4344,8	12
	Victoria-Sloane Square	1025,9	3(2)	5370,7	15
	Sloane Square-South Kensigton	1146,7	4	6517,4	19

	Bezeichnung der Strecken:	Entfernung der Stationen in Met.	Fahrzeit zwisch. den Stationen einschliesslich Aufenthalt.	Entfernung von Mansionhouse in Metern.	Gesammte Fahrzeit von Mansionhouse ab.
Metropolitan.	South Kensington-Gloucester Road	724,2	2	7241,6	21
	Gloucester Road - Kensington (High St.)	925,4	3	8167,0	24
	Kensington (High St.)-Nottinghill Gate	945,5	4(3)	9112,5	28
	Nottinghill Gate-Bayswater . .	784,5	2	9897,0	30
	Bayswater-Preadstreet	985,7	4	10882,7	34
	Preadstreet-Edgware Road . .	744,3	4	11627,0	38
	Edgware Road-Bakerstreet . .	804,7	2	12431,7	40
	Bakerstreet-Portland Road . . .	784,5	2	13216,2	42
	Portland Road-Gower Street . .	623,6	2	13839,8	44
	Gower Street-King's Cross . . .	1186,9	3(4)	15026,7	47
	King's Cross-Farringdon Street .	1589,2	4	16615,9	51
	Farringdon Street - Aldersgate Street	523,0	2	17138,9	53
	Aldersgate Street-Moorgate Street	724,2	2	17863,1	55
	Moorgate Street-Bishopsgate Street	—	—	—	—
	Bishopsgate Street-Aldersgate . .	—	—	—	—

Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen die Fahrzeiten in entgegengesetzter Richtung; auf den übrigen Strecken sind die Fahrzeiten in beiden Richtungen gleich. (Vergleiche Längenprofil Fig. 4 u. 4ᵃ, Taf. LXXXXIV.)

Eine solche Regelmässigkeit und bei dem häufigen Anhalten überraschende Schnelligkeit wurde nur dadurch ermöglicht, dass man Alles dem Specialzweck dieser Bahnen möglichst sorgfältig angepasst hat, dass man manche von unseren büreaukratischen und unnöthig complicirten Formen bei englischen Eisenbahnen überhaupt nicht kennt und dass man in England mit der Zeit zu wirthschaften versteht. Der Verkehr der Güterzüge ist nach dem Verkehr der Personenzüge berechnet. Die Güterzüge sind überhaupt sehr kurz, verkehren fast ausschliesslich, wenn keine Personenzüge sich im Gang befinden (nämlich in den sechs Nachtstunden), und fahren mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Personenzüge. Die Personenzüge werden nie umgestellt (diejenigen Züge, welche den unterirdischen Bahnen nicht angehören, ausgenommen), so dass bestimmte Wagen stets einen bestimmten Weg fahren und ihre Bestimmung daran geschrieben ist.

Die Aufenthaltszeiten auf den Stationen werden auf $^1/_2$, ja sogar auf $^1/_4$ Minute beschränkt. Ein intelligentes, frei geschultes und gut bezahltes Personal, welches durch immerwährend wiederholte Uebung derselben Manöver eine musterhafte Gewandtheit darin erlangt, trägt seinen Theil dazu bei. Die Züge bestehen aus etwa 6 Wagen, während die Locomotiven viel leisten können und mit kräftigen Bremsen versehen sind. Die Schnelligkeit, mit welcher englische Führer und Maschinen sowohl anzuhalten als abzufahren verstehen, ist weltberühmt und charakteristisch, ebenso wie die Pünktlichkeit, mit welcher der zum Anhalten bestimmte Platz eingehalten wird. Dieser Umstand lässt sich jedoch in unserem Falle dadurch erklären, dass dieselbe Arbeit sehr oft wiederholt wird und daher Uebung den Meister machen kann. Gepäck wird nicht mitgenommen, ausgenommen was die Passagiere in der Hand tragen. Billetrevision zur Abfahrt findet nur bei der Betretung des Perrons satt. Das Publikum, welches in England überall gewohnt ist, selbständig und gesetzmässig aufzutreten, steht unmittelbar an den Coupéthüren zum Einsteigen bereit, was weiter nicht gefährlich ist, weil der Wagenboden sich im Perron-Niveau befindet und

zwischen Wagen und Perron nur ein Minimal-Abstand belassen ist. Jedermann öffnet sich die Thür seines Wagens selber, meistentheils ohne ein Wort zu verlieren und schon bevor der Zug ganz stillsteht, steigt ein, und schon fährt der Zug fort. Bei Ankunft werden die Stationsnamen und bei Abzweigungen auch die weiteren Bestimmungsorte bei Ankunft des Zuges von den Schaffnern laut ausgerufen. Ausser dem unangenehmen Klirren der Züge beim Anhalten hört man nur noch auf der District einen kurzen Pfiff bei Abfahrt der Züge. Die auf den Stationen befindlichen Porters schliessen die Thüre des schon in Bewegung befindlichen Zuges zu. Eine Billet-Revision im Zuge findet in der Regel nicht statt, und Halt- und Abfahrtssignale werden (ausser dem erwähnten Fall) nur in Gefahr vom Zugpersonal oder von dem am Perron befindlichen Personal gegeben. Der im letzten Wagen befindliche Oberschaffner (Head-Guard) giebt gewöhnlich mittelst Winken mit einer Fahne das Abfahrtssignal.

An kleinen Zwischenstationen haben oft die Porters (mitunter auch ein einziger) sowohl die beim Betreten des Perrons stattfindende Billetcontrole, als auch das bezeichnete Oeffnen und meistentheils Schliessen der Waggonthüren zu besorgen. Kurz vor Ankunft des Zuges, und oft wenn derselbe schon sichtbar ist, wird der Zugang zum Perron geschlossen, und es wird derselbe erst nach Abfahrt des betreffenden Zuges wieder geöffnet, was für das verspätete Publikum nicht in dem Maasse unangenehm ist, als bei anderen Bahnen, weil in 2 bis 3 Min. wieder der nächste Zug anlangt, um augenblicklich weiter zu eilen.

Ausser der Billetrevision beim Betreten der Perrons und der Billetabnahme beim Verlassen des Zuges findet keine regelmässige Revision statt. Deshalb ist auch eine Verwechselung der Wagenclassen sehr leicht und wird nur durch eine fliegende Billetrevision im Zuge verhütet. Mit den Strafen bei einem etwaigen Missbrauch geht man so streng vor, dass selbst die Namen der in einer höheren Classe, als das Billet lautet, befundenen Personen publicirt werden. Wie das englische Publikum überhaupt seiner Polizei, so ist das Reisepublikum auch der Bahnpolizei überall sehr behülflich, was eine Defraudation gefährlicher macht.

Dem mit dem Zuge anlangenden Publikum ist, wenn es nicht ganz orts- und sprachkundig ist, das Erkennen der Stationen durch die vielen Annoncen, mit welchen jede Wand in der Station beklebt ist, erschwert. Deshalb findet sich an den Banklehnen, sowie an den Laternen, ausser der eigentlichen Wandaufschrift, noch überall der Stationsname aufgeschrieben.

Ein Bücher- und Zeitungsverkauf und eine elegante Personenwaage darf auf keinem Abfahrtsperron fehlen, und fast kein Engländer steigt in den Eisenbahnwagen ein, ohne seine Zeitung mitzunehmen.

Auf der Metropolitan besteht der Zug gewöhnlich aus 6 Wagen, nämlich: aus einem Wagen I. Classe, aus zweien II. und dreien III. Classe. Oft werden gemischte Wagen angehängt, welche I. und II. Classe enthalten. Ein solcher Zug von 6 Wagen enthält 448 Plätze. Am Morgen und am Abend, wenn am meisten gefahren wird, sieht man oft viele Passagiere zwischen den Sitzen stehen, so dass die Anzahl Passagiere im Zuge 500 übersteigt. Aehnlich sind die Züge der District-Bahn zusammengesetzt, nur mit dem Unterschiede, dass hier zweiachsige Wagen bestehen. Ausser den Passagierwagen giebt es überhaupt keine anderen Wagen im Zuge. Der erste und der letzte Wagen enthält je ein Dienstcoupé für einen Fahrbeamten, von welchen sich der Conducteur im letzten und sein Gehülfe im ersten Wagen befinden. Da weder Packet- noch Postbeförderung stattfindet, giebt es ausser diesen beiden Beamten, dann

dem Führer und dem Heizer, kein anderes Fahrpersonal, wenn man die selten sichtbare fliegende Billetcontrole nicht dazu rechnet.

Jeder Zug ist mit einer continuirlichen Bremse versehen, welche oben bereits ausführlicher erwähnt wurden (Fig. 3 u. 4, Taf. LXXXXVI.)

Die Züge werden vor und nach dem Tagesdienst in den Anschluss- und Endbahnhöfen stationirt. Die Locomotiven fahren in die an den Stationen Bakerstreet, Edgware Road und Hammersmith stehenden Schuppen.

An beiden Enden einer jeden Station befindet sich eine Signalbude. In den Zwischenstationen und an den Abzweigungstellen enthalten diese Buden je vier Zugsignal-Apparate, nämlich einen für die abfahrenden Züge und einen zweiten für die ankommenden Züge, in der einen Richtung, und ebenso zwei andere für die andere Richtung. Ausserdem befinden sich in jeder solchen Bude zwei Glockenwerke und drei Sprechapparate, wovon einer für die directe Correspondenz. Dafür hat man auf diesen Stationen kein eigentliches Stationsgebäude in unserem Sinne, und also auch keine Telegraphenbureaux. Die Glockenwerke geben bei jedem Antasten einen Schlag, und es bedeuten:

3 Glockentöne: Bahn frei (line clear),

5 Glockentöne: Bahn geschlossen (line blocked),

10 Glockentöne: Signal zur Revision sämmtlicher Zugsignale und Glockenapparate.

Auf der eingleisigen St. John's-wood-Bahn bedeutet ausserdem:

1 Glockenton: Zug auf der Fahrt,

2 Glockentöne: Ist Bahn frei?

Die Zugsignal-Apparate sind weisse und rothe Scheiben, und zwar die erste für die freie, die zweite für die geschlossene Bahn.

Einen von der Station *A* nach der Station *B* abfahrenden Zug meldet die Signalbude *A* nach der nächsten Signalbude in *B* mittelst ihres Glockenwerkes, wobei man noch durch die Anzahl Glockenschläge die Metropolitan- und die Districtzüge unterscheidet und zugleich bezeichnet, ob der Zug im inner-circle oder im outer-circle zu verkehren hat. Zugleich ändert der Signalmann das Zugsignal nach *B*, indem er die rothe Scheibe statt der weissen in *B* (elektrisch) vorschiebt und so lange die Strecke auf diese Art blockirt, bis ihm von *B* das Zeichen kommt, dass die Station frei geworden ist. Sobald nämlich der Zug *B* verlässt, um weiter nach *C* zu fahren, giebt die Bude *B* drei Glockenschläge nach *A*, worauf diese die drei Schläge wiederholt und den Zugsignal-Apparat auf »Bahn frei« stellt, indem die weisse Scheibe in der Bude *B* statt der rothen vorgeschoben wird. Ausserdem befinden sich an allen Stellen, wo es zweckmässig erschien, optische Armsignale. Wenn der Arm horizontal steht, oder wenn rothes Licht sichtbar ist, so darf der Zug das Signal nicht passiren. Sonst steht der Arm schief nach unten, oder die grüne Laterne ist sichtbar. Bekanntlich fährt man in England auf zweigleisigen Bahnen überall links, und es sind auch die linken Signalarme, vom Zug aus, für die betreffenden Linien gültig.

Alle Signale zeigen stets »Halt« und werden nur dann anders gestellt, wenn ein Zug die Blockstrecke passiren soll, um dann wieder auf »Halt« gestellt zu werden. Solche Blockstrecken befinden sich in der Regel zwischen zwei Stationen; jedoch wird oft, wenn die Stationen von einander entfernt sind, ein Zwischensignal eingeschoben.

Auf den eingleisigen Strecken muss ausserdem stets ein dazu bestimmter Betriebsbeamte (Pilotman) den Zug auf der Locomotive begleiten, und der Zug darf ohne

denselben nicht fahren. Die St. John's-wood-Bahn ist in zwei Strecken getheilt, von welchen jede ihren Pilotman besitzt. Aehnliche Einrichtung findet auch auf den zweigleisigen Strecken statt, sobald wegen Reparaturen etc. alle Züge nur auf einem Gleis verkehren müssen.

Das Stationspersonal besteht in der Regel aus einem Inspector, einem Porter für den Perrondienst, zwei Billet-Revisoren, aus einem Billet-Verkäufer mit zwei Gehülfen und aus den beiden Signalmännern, welche ausser den Signalen auch die Weichen in ihrer Bude zu besorgen haben. Oft haben diese letzteren auch ihre Gehülfen und wie überall bei englischen Bahnen, sieht man auch da angehende Betriebsbeamte in der Qualität von Gehülfen in der praktischen Schule.

Die Dienstzeit beträgt meistentheils 9 Stunden, so dass überall doppelte Personalbesetzung stattfindet, indem die Personenzüge des eigentlichen Omnibus-Verkehrs von ungefähr 6 Uhr Morgens bis ungefähr 12 Uhr Nachts verkehren und die nachträglich fahrenden Güterzüge, sowie die durchgehenden Züge anderer Bahnen, einen solchen Stationsdienst nicht gebrauchen.

Diese Güterzüge haben eine beschränkte Wagenanzahl und fahren mit gleicher Geschwindigkeit, wie die am Tage verkehrenden Personenzüge. Eine Ueberholung, eine Aenderung der Zugstärke an den Zwischenstationen oder ein Drehen der Locomotiven darf, mit Ausnahme der Great-Northern, auf den unterirdischen Bahnen nicht stattfinden. Nur dieser letzteren ist es gestattet, bei den von Ludgatehill kommenden Zügen auf der Station Farringdon-Street neue Wagen aufzunehmen.

Die Güterzüge sind auf 10 beladene Wagen (incl. der beiden Bremswagen) beschränkt. Diese geringe Wagenanzahl erklärt sich erstens durch die Nothwendigkeit der Beibehaltung der Personenzug-Geschwindigkeit und dann auch dadurch, dass auf den auf die unterirdischen Bahnen anschliessenden Güterbahnhöfe für Stückgüter und Marktverkehr (Station Smithfield der Great-Western, Station Farringdon-Street der Great-Northern und die bei der Moorgate-Street gelegene Station der Midland) die betreffenden Gleise nur eine geringe Ausdehnung wegen des beschränkten Raumes bekommen konnten.

Die Fahrpreise sind nicht nach der Entfernung berechnet und wurden seit der Eröffnung bedeutend heruntergesetzt, obwohl selbst darin keine Regel gilt, die des Gewinnes ausgenommen.

Wir entnehmen der genannten Schrift des Herrn H. Schwabe die folgenden Vergleichungen:

»Während z. B. auf der Metropolitan die Fahrt zwischen je zwei Stationen

in der III. Classe 1 Penny ($8^1/_2$ Mk.-Pfennig),
- - II. - 2 - ($16^2/_3$ - -)
- - I. - 3 - (25 - -)

kostet und nur zwischen Farringdon-Street und King's-Cross und zwischen Nottinghillgate und Kensington (High-Street) auf 2, 3, resp. 4 Pence erhöht ist, kostet auf der District, wahrscheinlich wegen der Concurrenz mit den Themse-Dampfbooten, die Fahrt zwischen je zwei Stationen

in der III. Classe 1 Penny ($8^1/_3$ Pfennig),
- - II. - $1^1/_2$ - ($12^1/_2$ -)
- - I. - 2 Pence ($16^2/_3$ -).

Bei längeren Strecken dagegen ist eine bestimmte Scala für die Fahrpreise

nicht beobachtet. So wird z. B. für die ca. 4 Kilom. lange Strecke von Moorgate-Street bis Gower-Street

in der III. Classe 4 Pence ($33^3/_4$ Pfennig),
- - II. - 6 - (50 -),
- - I. - 8 - (66 -)

erhoben, und dieselben Sätze gelten von Moorgate-Street aus für alle Stationen zwischen Gower-Street bis Sloane-Square, obgleich die Bahnlänge von der letztgenannten Station bis Moorgate-Street ca. 12,5 Kilom. beträgt, während allerdings die Luftlinie kaum die Hälfte betragen dürfte.«

Hier darf man die Concurrenz des ausgezeichnet entwickelten Londoner Strassenverkehrs nicht vergessen.

Die Retourbillets kosten etwa das $1^1/_2$fache der einfachen Preise; doch geht die Reduction in der Regel bei der ersten Classe nicht so weit als bei der dritten.

Wie die Billetpreise variiren, kann man aus folgendem Beispiel ersehen. Zwischen Moorgate-Street und Bayswater (etwa 7 Kilom.) waren die successiven Fahrpreise wie folgt (rund in Pfennigen):

Zeit.	Einfache Billets.			Retour-Billets.		
	I. Cl.	II. Cl.	III. Cl.	I. Cl.	II. Cl.	III. Cl.
Alter Tarif . .	65	50	35	100	75	50
Tarif von 1870.	50	35	25	75	50	40
Tarif von 1874.	75	50	35	100	75	50

Ausser den üblichen Billets werden zu bedeutend reducirten Preisen Saisonbillets abgegeben. Der Käufer muss 5 Shillings für Monat-Abonnements und 10 Shillings für solche von längerer Dauer deponiren, und bekommt diese Summe erst bei Rückgabe des abgelaufenen Billets zurück. Das Depositum fällt durch, wenn das abgelaufene Billet nicht den Tag nach dem Termin abgegeben wird. Das Abonnement (Season-Ticket) berechtigt sonst zu beliebigen Fahrten in der bezeichneten Wagenclasse für die Dauer des Billets.

Abonnement-Billets für Familien werden zu reducirten Preisen abgegeben, und zwar beträgt die Reduction für 2 Familienmitglieder 10% und für 3 oder mehrere 15% des gewöhnlichen Abonnementspreises.

Studierende, Lehrlinge etc. bis zu 17 Jahren bekommen Plätze zu halben, von 17—21 Jahren zu dreiviertel Preisen, gegen Vorweis einer Bescheinigung ihres Principals, welche Begünstigung aber nur je einem Familienmitgliede zufallen soll, eine Bedingung, deren Revision einige Schwierigkeiten haben muss.

Gouvernanten können in der I. Classe mit Billets II Classe fahren. Ausserdem giebt es Billets, welche zugleich das Entrée in den Krystall-Palast oder in den Alexandria-Palast einbegreifen. Am letzteren Orte ist die Einrichtung getroffen, dass Sonntags der Park nur für die Abonnenten zugänglich ist.

Aus folgendem Ausweis, vom 10. Januar 1863 bis 31. Decemb. 1872, ist der successive Stand der Metropolitan zu ersehen:

Jahr.	Anzahl transportirter Personen.	Brutto-Einnahme aus dem Transport. *)	Betriebs-Ausgaben (Erhaltung und Erneuerung der Bahn, der Gebäude und des Materials, Gehälter etc.)	Nettobetriebs-Ertrag.	Verhältniss der Ausgaben zu den Einnahmen.	Procent-Ertrag der verschiedenen Capitalien der Metropolitan.												Total-Summe der Capitalien und Anlehen der Metropolitan-Bahn.
						Preference-Stock.	New red^ble preference.	New pref. Stock 1869.	Convertible pref. Stock 1869.	New conv^ble pref. Stock 1871.	New irred^ble pref. Stock 1872.	Extension Stock 1d. capital.	Debenture bonds 1d. capital.	New ordinary Stock.	Ordinary consolidated.	Preferred ordinary.	Deferred ordinary.	
	frcs.	frcs.	frcs.	frcs.	frcs.													frcs.
1863	9,455,175	2,542,675	1,508,675	1,034,000	59,3%	5	—	—	—	—	—	—	5 à 6	—	5	—	—	43,557,675
1864	11,721,889	2,912,225	1,142,856	1,769,375	39,2%	5	—	—	—	—	—	—	$4^1/_4$ à 6	7	$6^1/_4$	—	—	59,331,350
1865	15,763,907	3,537,825	1,387,625	2,150,200	39,2%	5	—	—	—	—	—	—	$4^1/_4$ à 6	7	7	—	—	90,974,350
1866	21,273,104	5,256,050	2,114,000	3,142,050	40,2%	5	—	—	—	—	—	—	$4^1/_4$ à 6	7	7	—	—	118,091,425
1867	23,405.282	5,829,500	2,251,775	3,577,725	38,6%	5	5	—	—	—	—	6	unb.	—	7	—	—	143,705,875
1868	27,708,011	7,106,075	2,646,725	4,459,350	37,2	5	5	—	—	—	—	6	4 à 5	—	7	6	8	159,367,725
1869	36,893,791	9,352,075	4,114,500	5,237,575	44%	5	5	5	5	—	—	4	4 à 5	—	4	6	2	173,229,700
1870	39,160,849	9,634,300	3,837,250	5,797,050	39,8	5	5	5	5	—	—	—	4 à 5	—	$3^1/_4$	6	$^1/_2$	183,781,525
1871	42,765,427	9,901,700	3,754,700	6,147,000	37,9	5	5	5	5	5	—	—	4 à 5	—	$3^1/_4$	$5^3/_4$	$^3/_4$	189,166,650
1872	44,392.440	10,034,750	4,806,925	5,227,825	47,9	5	5	5	5	5	5	—	4 à 5	—	$3^1/_2$	3	—	193,816,625
—	272,539,875	66,107,175	27,565,025	38,542.150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*) Die jährlichen Einkommen für die Buffets, Annoncen etc., und für die vermietheten Baulichkeiten sind nicht einbegriffen.

Der gegenwärtige [9]) Werth der Metropolitan-Actien war 101 bis 102 für £ 100 Ordinary Stock Die Actien der District-Bahn stehen viel schlechter; ihr Werth ist 44 bis 45 für £ 50 Ordinary Stock. Der Grund davon mag theilweise darin liegen, dass die District-Bahn jünger ist und noch mehr in der Concurrenz der Themseboote und der Strassen-Fuhrwerke. In letzterer Beziehung bemerke man, dass die District fast unter einer Hauptader des Strassenfuhrwerk-Lebens läuft und ausserdem ihren Passagier-Zufluss zum grössten Theil blos von einer Seite erhält, indem dicht an der anderen die Themse liegt. Die Vereinigung beider Gesellschaften lässt sich daher sehr schwierig ausführen, und obwohl sich das Bestreben dazu seit dem Bestehen der District zeigt, wurde in dieser Beziehung bis jetzt nicht viel erzielt.

Auffallend ist es, dass bei diesem überaus mächtigen Verkehr sehr wenige Unfälle geschehen. Der einzige Unfall, welcher gefährlich werden konnte, ereignete sich kurz nach der Eröffnung der Metropolitan, wo die Bahn noch nicht ganz fertig war. Ein Träger fiel von dem Tunnel bei der Farringdon-Street auf den vorbeifahrenden Zug und schlug einen Wagen bis zum Rahmen entzwei. Durch diesen Unfall wäre aber, wie man behauptet, Niemand ums Leben gekommen, wenn nicht einige Passagiere herausgesprungen wären, bevor der Zug anhalten konnte. — Sowohl bei der Metropolitan als auch bei der District ereigneten sich in den Jahren 1871—1873 nur je drei Unfälle, während im Jahre 1874 bei einer Beförderung von ungefähr 69 Millionen Personen gar kein Unfall vorgekommen ist.

§ 5. Unterirdische Städtebahnen in Amerika. — Das einzige vollständige Beispiel unterirdischer Städtebahnen besteht in London. Nachdem sich dieses Unternehmen im Allgemeinen glänzend bewährt hatte, tauchten schon vor den siebziger Jahren in allen Hauptstädten der Welt zahlreiche Projecte zu solchen Localbahnen auf, und es ist sehr natürlich, dass die grossen Städte der Vereinigten Staaten darin am eifrigsten waren. Allein, die Verhältnisse waren meistentheils ungünstiger als in London, und die allgemeine und plötzliche Geschäftsstockung, welche im Anfang der siebziger Jahre die sämmtliche Geschäftswelt überfiel, hatte auch diese Unternehmungen aufs Unbestimmte verschoben.

In dieser verflossenen Zeit sind nur zwei derartige Anlagen zu Stande gekommen: die unterirdische Bahn in Baltimore (Mass.) und diejenige in New-York, von denen aber bis jetzt nur die erstere Localbetrieb besitzt Die unterirdische Stadtbahn in Baltimore ist etwa 6 Kilom. lang, ist doppelgleisig, und hat etwa 18 Million. Mk. gekostet. Der unterirdische Theil ist etwa 3 Kilom. lang, während sich die übrigen Strecken im offenen Einschnitt befinden. Durch diese Bahn sind die Bahnhöfe der in die Stadt einmündenden Bahnen mit einander verbunden, und sie führt durch die schönsten und regsten Stadttheile, ohne zu wirklichen Störungen Anlass gegeben zu haben. Diese Bahn soll sich bereits seit vier Jahren im Betriebe befinden.

Die unterirdische Bahn in New-York wurde sehr grossartig angefangen, harrt aber immer noch ihrer Vollendung. Indessen ist sie in technischer Beziehung sehr interessant: ob sie aber je rentabel werden wird, und ob der amerikanische Unternehmungsgeist nicht zu weit gegangen ist, ist eine Frage, die hier nicht weiter berührt werden kann. In dieser Stadt befinden sich an 150 Kilom. Tramways, welche, sammt den Omnibussen, jährlich nahezu 150 Millionen Personen befördern, und zwar zum grössten Theile in der Längenrichtung der Stadt.

---

[9]) Geschrieben Ende 1874.

Die Stadt New-York (vergl. Plan, Taf. LXXXXVII) bedeckt eine schmale, am Meeresufer gelegene Landzunge, welche von beiden Seiten mit Flüssen umgeben ist, derart, dass sie einem geräumigen, vom Lande geschützten Dock Raum bietet. Die Narrows (Landengen), welche die Einfahrt aus dem Atlantischen Ocean schützen, sind in einer grossartigen Weise befestigt. Am rechten Ufer des Hudsonflusses, gegenüber dem südlichen Theile New-Yorks, liegt die Stadt New-Jersey, in welcher viele grosse Eisenbahnen nach dem Norden, Westen und Süden der Vereinigten Staaten einmünden. Den Verkehr zwischen New-Jersey und New-York besorgen ausschliesslich Trajectdampfer und Schlepper. — Gegen Osten ist die Verbindung des südlichen Stadttheiles mit dem gegenüberliegenden Brooklyn mittelst einer riesigen Hängebrücke hergestellt worden. Die nördliche Begrenzung bildet der Harlemfluss, welcher mit zahlreichen Brücken übersetzt und mit vielen Tunneln unterführt ist. In neuester Zeit ist durch die grossartigen und Epoche machenden Sprengarbeiten, durch welche die Hellgate-Rocks beseitigt worden sind, die Verbindung der vom East-River kommenden Schiffe mit allen Stadttheilen ermöglicht. Das eigentliche New-York liegt demnach an einer von allen Seiten für die Schifffahrt zugänglichen Lang-Insel, auf deren südlichem Theile der Schwerpunkt des Verkehrs und des Handels sich befindet, während die Bevölkerung des nördlichen Theiles schnell zunimmt.

Im Mittelpunkte der Stadt, an der Kreuzung der 42ten Strasse und des 4ten Avenues, liegt das Central-Depôt und die Endstation der New-York- Central- und Hudson-River-Eisenbahnen, welche fast von allen Theilen Nordamerikas, bis zum stillen Ocean, Zuflüsse bekommen. Die Harlem- und New-York-, New-Haven- und Harteford-Bahnen, welche ebenfalls bis in die innere Stadt führen, bilden Verbindungen mit Canada, Boston, Maine, New-Brunswick etc.

Die New-York- und Harlem-R^{d}, von der ein Theil in den letzten Jahren als Stadtbahn ausgebaut wurde, ist im Jahre 1831 als Locomotivbahn concessionirt worden [10]), im Jahre 1837 eröffnet und in den vierziger Jahren über den Harlem-River hinaus bis Chatham verlängert worden. Dieselbe hat ihren Anfangspunkt am südlichen Ende des City-Hall-Parks, durchläuft der Reihe nach Centre-Street, Grand-Street, Bowery und Fourth-Avenue bis zum Harlem-River hin und gelangt über diesen hinaus ins Freie. Im Laufe der Zeit wurde der Locomotivverkehr in den Strassen so lästig, dass sich die städtischen Behörden veranlasst sahen, denselben immer mehr zu beschränken. Im Jahre 1859 kam zwischen der Bahn und der Stadt New-York ein Abkommen zu Stande, wonach südlich von der 42ten Strasse, wo sich jetzt das Central-Depôt befindet, kein Locomotivbetrieb mehr stattfinden sollte. Seitdem wird der zwischen City-Hall und der 42ten Strasse liegende 5,8 Kilom. lange Theil der Bahn als Pferdebahn benutzt und mit Pferdebahnwagen betrieben. Die Frequenz betrug im Jahre 1872 die Zahl von 8,770,666 Personen. — Vom Central-Depôt aus folgt die Bahn der 4ten Avenue und lag bis vor einigen Jahren im Niveau derselben. Da das erwähnte, im Jahre 1859 mit der Stadt New-York getroffene Abkommen der Eisenbahngesellschaft den Betrieb mit Locomotiven bis zur 42ten Strasse nur auf die Zeitdauer von 30 Jahren gestattet, so lag die Befürchtung nahe, dass bei weiterer Ausdehnung der Stadt in nördlicher Richtung nach Ablauf dieser Periode die städtischen Behörden den Locomotivbetrieb im Niveau des 4ten Avenue nicht weiter erlauben würden. Die Gesellschaft entschloss sich daher von der 42ten Strasse an bis

[10]) Rumschöttel, New-York- und Harlem-R^{d} in Zeitschrift für Bauwesen 1877. Heft IV bis VII, p. 306.

nach Harlem, theils durch Höher-, zum grössten Theil aber durch Tieferlegen, die Bahn aus dem Strassenniveau herauszubringen und so vom Strassenverkehr unabhängig zu machen. Die Concession zu dieser Anlage wurde im Jahre 1872 ertheilt, und war der noch in demselben Jahre begonnene Bau im Jahre 1874 in der Hauptanlage vollendet.

Die Gesellschaft fasste damals gleichzeitig den Entschluss, von dem Central-Depôt aus eine unterirdische Fortsetzung dieser Bahn bis zur Battery, dem südlichen Ende von Manhattan-Island zu bauen.

Diese Bahn würde daher die Stadt der Länge nach vom südlichen bis zum nördlichen Ende durchschneiden und sollte hauptsächlich auch den Localverkehr vermitteln. In dieser Richtung existirt, wie wir bereits erwähnten, ein sehr starker Personenverkehr mittelst Pferdebahnen, welche in neuester Zeit in Dampf-Tramways verwandelt werden. Man rechnete darauf, dass die unterirdische Stadtbahn wegen der rascheren Beförderung den grössten Theil dieses Verkehrs an sich ziehen müsste. Seitdem sind aber die überhöhten Bahnen entstanden und machen den unterirdischen Bahnen eine bedeutende Concurrenz. Sie sind billiger.

Für den Theil von der 42ten Strasse gegen den Süden (Broadway-Underground-Railway) ist im Jahre 1874 die Concession ertheilt worden; allein die Gesellschaft hatte bis jetzt wegen Geldschwierigkeiten keinen Anfang machen können.

Der vom Central-Depôt, — einem Gebäude von 210^m Länge und 75^m Breite, welches mit Zubehör eine Fläche von ca. 80,000 □ Met. bedeckt, — weiter nach dem Harlem-Fluss führende, 7,1 Kilom. lange, jetzt vollendete Theil der Bahn ist unter Aufsicht eines Comités von Staats-Ingenieuren erbaut worden. Die ganze Bahn würde etwa 14 Kilom. lang sein, und diese Anlage sollte viergleisig zur Ausführung kommen.

Das ganze Unternehmen steht heute als ein Versuch da, der in technischer Beziehung zwar sehr interessant ist, sonst aber vorläufig bessere Zeiten abwarten muss.

Von den vier Gleisen werden die beiden mittleren, ausser von der Eigenthümerin, noch von der New-York- und New-Haven-R^d, der New-York-Central-R^d und von der Hudson-River-R^d befahren. Die beiden ersteren Bahnen haben im Central-Depôt ihre Perronanlagen und Warteräume gemeinsam, die anderen besitzen dagegen ihre eigene Anlage. Hingegen sind die beiden anderen, für den Localverkehr bestimmten, Gleise dieser unterirdischen Städtebahn bis jetzt noch nicht im Betriebe. Zwischen dem Central-Depôt und dem alten Bahnhofe der Hudson-R^d, an der Ecke der 30ten Strasse und des 10ten Avenues laufen über Harlem, den Harlem-Fluss entlang und nach dem Spuyten-Duyvil, zwar Localzüge, benutzen jedoch die beiden mittleren, eigentlich nur für den Verkehr der Hauptbahnen bestimmten Gleise. Man sollte meinen, dass eine ähnliche Einrichtung auch für den definitiven Betrieb wohl genügt hätte.

Durch die Concession wurde die Gesellschaft ermächtigt, Einschnitte, Brücken und Tunnels an bestimmten Orten zu erstellen, provisorische Eisenbahnen anzulegen und die Steigungen der Strassen nach Erforderniss zu ändern. Die Gas- und Wasserleitungen und die Canäle mussten von ihren Eigenthümern entfernt werden. Der Stadt-Major wurde angewiesen dieses Werk nicht zu behindern und es überall zu unterstützen. Die Kosten sollten zur Hälfte von der Stadt getragen werden, zu welchem Zwecke die letztere ermächtigt wurde, das nöthige Capital durch Personal-Taxen zu erheben, — ein Umstand, welcher vielleicht bei dem hohen Kostenpunkte dieser Anlagen das Seinige dazu beigetragen hatte, um das ganze Unternehmen

unpopulär zu machen. Die Tunnels sind auf der ganzen Bahn dreitheilig, und zwar liegen die beiden mittleren Gleise zusammen unter einem grossen $7^m,62$ breiten Tunnel und jedes der beiden Localgleise, je für eine Richtung, in besonderen zur Seite des grossen Tunnels liegenden $3^m,96$ breiten, eingleisigen Tunneln (Figur 15 — 19, Taf. LXXXXV).

Aehnlich wie in London, ist auch hier je nach vorhandener Constructionshöhe der Bau als voller, beziehungsweise gedrückter Tunnel, oder als offener, sonst mit Eisenbalken zugedeckter Einschnitt, ausgeführt worden.

Der Bau war in drei Sectionen getheilt.

Die erste Section erstreckte sich von der 49ten bis zur 79ten Strasse. Bei der 49ten Strasse fängt die Bahn mit einem Einschnitte, welcher bis zur 56ten Strasse immer tiefer wird, an. An dieser Stelle ist der Einschnitt $3^m,96$ tief, unten $15^m,24$ und oben 16^m breit. Die ganze Länge beträgt 540^m. Die Stützmauern sind in Stein gebaut und von 15^m zu 15^m Drain-Oeffnungen angebracht, welche einen Querschnitt von 10 Centim. auf 15 Centim. besitzen. Diese Stützmauern reichen $0^m,914$ unter Schwellenoberkante und haben ein $2^m,743$ breites Fundament. In der Höhe der Schwellenoberkante fängt die Stützmauer mit einer Breite von $2^m,134$ an, und erhält auf der Bahnseite $^1/_{12}$ Böschung. Der Bau ist in Cementmörtel ausgeführt und die Wand nach der Erdseite mit einer Cementschichte gedeckt. Oben sind aus Granitquadern gebaute und mit Granitplatten gedeckte Geländer-Mauern angebracht (Fig. 16, Taf. LXXXXV).

Auf der Südseite der 56ten Strasse beginnt der Trägertunnel (Figur 19, Taf. LXXXXV), welcher sich bis zur Südseite der 67ten Strasse erstreckt, und eine Länge von 873 Met. besitzt. Die Zudeckung musste an allen Stellen, wo die Tiefe der Schienenoberkante unter dem Strassenniveau weniger als $5^m,79$ betrug, mit eisernen Trägern geschehen. Die äussere Umfassung dieses dreifachen Tunnels ist durch die oben beschriebenen Stützmauern gebildet. In der Mitte befinden sich Scheidemauern aus Ziegeln mit 127^{mm} starken Bindeschichten von North-River-Bluestone. Diese Scheidemauern sind 51 Centim. stark und liegen auf Fundament-Mauerwerk aus Bruchsteinen. Sie sind mit Oeffnungen versehen, welche wegen Materialersparniss sowohl als wegen Luft- und Lichtzuführung angebracht wurden und oben mit Ziegeln überwölbt sind. An diesen Scheidewänden liegen der Länge nach und dicht an einander zwei 305^{mm} hohe gewalzte **I**-Träger, welche 62 Kilogr. per laufd. Met. wiegen. Auf diesen Längsbalken, und damit zusammengeschraubt, liegen die, die Tunnelbedeckung tragenden, Querbalken. Dieselben sind 381^{mm} hoch, wiegen 100 Kilogr. per laufd. Met. und sind $4^m,88$ bis $8^m,13$ lang. Diese Tragbalken sind $1^m,04$ von Mitte zu Mitte entfernt und die Zwischenfelder mit flachen Ziegelgewölben ausgefüllt, und die Tragbalken mit Querstangen verspannt. Zwischen je zwei oder drei angrenzenden Balken, welche in den Tragwänden Schrauben oder Stangen enthalten, befinden sich gusseiserne Aussteifungsstücke.[11]) Die Stützpunkte der Tragbalken an den äusseren Stützmauern sind durch eine längs derselben gelegte Steinschicht von 914^{mm} langen, 356^{mm} dicken und 610^{mm} breiten, mit einander verbundenen Steinen gebildet.

Auf den beiden Seitentunnels, welche für den Localverkehr bestimmt sind und $4^m,34$ lichte Weite besitzen, liegen die Deckträger einfach, während der $7^m,62$ (im Lichten) weite Mitteltunnel mit Doppelträgern überdeckt ist, indem je zwei einfache

---

[11]) Abbildungen in Scientific American, Nov. 28, 1874 Nr. 339 und aus diesem im Engineering u. a.

Die gemischten Tunnels beginnen auf der Nordseite der 94ten Strasse, wo der Felsen keine genügende Festigkeit zeigte und nicht genug hoch ging. Die Widerlager sind gewachsen, während die Gewölbe aus Ziegeln bestehen. Die äusseren Widerlager sind mit 41 Centim. starkem Ziegelmauerwerk ausgefüttert. Die inneren Felswiderlager besitzen eine Stärke von durchschnittlich $30^{m},7$ und sind auf der inneren Seite, im mittleren Tunnel, mit einem $1^{m},07$ starken Futter von Quadern versehen. Nach Aussen, in den Seitentunnels besteht die Verkleidung aus einer $0^{m},37$ starken Ziegelschicht. Die ganze Dicke der Mittelpfeiler beträgt daher $4^{m},73$. Diese Mittelpfeiler sind mit $2^{m},72$ breiten und 24 Met. von einander entfernten Mannlöchern versehen.

Diese Tunnels sind mit halbkreisförmigen $0^{m},61$ starken Gewölben versehen. Die Ventilationslöcher sind den oben beschriebenen ähnlich, haben aber nur $1^{m},83$ im Durchmesser.

31 Met. nördlicher von dem Felsentunnel fangen die Seitentunnels an mit dem Mitteltunnel zu convergiren und vereinigen sich mit demselben $58^{m},26$ weiter in einer Curve von 437 Met. mittlerer Halbmesser des Gleises und von $540^{m},67$ Halbmesser nach der Tunnelachse gemessen. In der Curve sind die Widerlager mit Bruchstein-Mauerwerk von 92 Centim. Dicke ausgefüttert. Die Mittelpfeiler verjüngen sich keilförmig, von $4^{m},73$, am Curvenanfang angefangen, bis zu $1^{m},53$, an der Vereinigungsstelle, wo der grosse Anschlusstunnel beginnt. Dieser besteht aus einer einzigen, flach überwölbten Oeffnung von $20^{m},74$ Spannweite und $4^{m},78$ Pfeilhöhe, am Südende. Die Spannweite nimmt allmählich gegen den Norden ab, bis sie in einer Entfernung von $50^{m},33$ das Maass von $15^{m},25$ beträgt, bei einem Pfeil von $3^{m},89$. — Die Widerlager besitzen eine Höhe von $3^{m},89$ über Schwellenoberkante, bestehen aus Quader-Mauerwerk und besitzen eine Dicke von $1^{m},53$. — Am Südende beträgt die Gewölbedicke in der Wurzel $1^{m},32$, und im Scheitel $1^{m},22$, mit drei gleichen Abstufungen. Am Nordende wo die Spannweite $15^{m},25$ und die Pfeilhöhe $3^{m},89$ beträgt, besitzt der Bogen $1^{m},02$ Stärke in der Wurzel und $0^{m},72$ im Scheitel.

Der Vereinigungstunnel wurde gebaut, während Züge bereits im Haupttunnel fuhren. (Das Gerüst zu dem $20^{m},74$ im Lichten messenden Tunnel ist im Scientific Americain 1875 beschrieben und abgebildet.)

Der Felsentunnel beginnt mit der 92ten Strasse und erstreckt sich nördlich bis zur 94ten Strasse in einer Länge von $167^{m},75$. An dieser Stelle befand sich früher schon ein Felsentunnel, welchen man bei dieser Gelegenheit zu dem mittleren Tunnel benutzte und auf jeder Seite davon Seitentunnels brach. Die Seitentunnels sind halbkreisförmig überwölbt und mit einem 41 Centim. starken Ziegelfutter versehen. Jeder hat $4^{m},88$ lichte Weite und $5^{m},11$ lichte Höhe. Ihre Achsen sind auf jeder Seite um $10^{m},98$ von derjenigen des mittleren Tunnels entfernt. Der zwischen der Ziegelmauer und dem Felsen entstandene Raum wurde mit Beton gefüllt. Die Seitentunnels bekamen Ventilationsschäfte, welche zugleich als Oeffnungen für das Material beim Bau benutzt wurden.

An der Nordseite der 98ten Strasse beginnt der Viaduct, welcher die dritte Section der unterirdischen Eisenbahn bildet. Dieser Viaduct besitzt eine Länge von 1392 Met. Die grösste Höhe kommt in der 104ten Strasse vor und beträgt $9^{m},48$. Seine grösste Breite beträgt im Lichten $14^{m},64$. Die Bahn hat auf dem Viaduct ein continuirliches Gefälle von $\frac{1}{132}$.

Die Fundirung variirt nach den Verhältnissen. Der grösste Theil ist aber betonirt, oder ruht auf Pfählen, von welchen über 60,000 Met. verbraucht worden sind.

Sie bestehen aus 31 Centim. starkem Hartholz und wurden 76 Centim. von einander gesetzt und so tief geschlagen, bis sie festen Grund erreichten, oder bis ein Fallbär von 700 Kilogr., aus einer Höhe von 9 Met. geworfen, dieselben nicht tiefer, als um 13^{mm} eintrieb. Dann wurden sie abgesägt, mit Rost aus Hartholz überdeckt, und darauf baute man das Fundament. Wenn betonirt wurde, so verwendete man nur frischen Beton und trug denselben in Schichten von 10 bis 20 Centim. auf. Jede Schicht wurde schwach gerammt, bevor die nächste angefangen hatte.

Zwischen der 112ten und der 113ten Strasse war keine genügende Constructionshöhe für gemauerte Gewölbe vorhanden. Daselbst sind eiserne Träger von 440 Kilogr. per laufd. Centim. Tragkraft. Eigengewicht nicht gerechnet, verwendet worden. Bei der Brücke in der 112ten Strasse sind diese Träger 2^{m},44 hoch, besitzen 19^{m},22 lichte Spannweite, und die Breite zwischen den äusseren Trägern beträgt 21^{m},35. Die Stützen bilden Pfeiler von 2^{m},14 Dicke im Strassenniveau und 1^{m},22 im Kopfe, welche 4^{m},58 hoch und 17^{m},69 lang sind.

Die oben beschriebene Bahnstrecke hat fünf, zwischen dem Central-Depôt und dem Harlem-Flusse liegende und für den Personenverkehr bestimmte Localstationen. Von diesen liegen drei im Tunnel, eine auf dem Viaduct und die letzte im offenen Einschnitte.

Die erste von diesen Stationen (Fig. 3 u. 4, Taf. LXXXXVIII) liegt 1,3 Kilom. vom Central-Depôt entfernt im Niveau des Central-Parkes und an dessen Anfang, zwischen der 58ten und der 59ten Strasse. Dieselbe ist unterirdisch. Auf jeder der beiden äusseren Seiten der Localgleise befindet sich ein Perron nebst Wartezimmer. Die Lage ist so gewählt, dass die Station genau unter eine von den oben beschriebenen rechteckigen Scheitelöffnungen fällt, wodurch eine theilweise Ventilation und Beleuchtung bewirkt werden soll. Die Perrons sind 45,72 lang, 3^{m},66 breit, und liegen 1^{m},17 über Schienenoberkante. In einer Länge von 17^{m},98 springt, in der Mitte des Perrons, die Futtermauer gegen ihre ursprüngliche Flucht um 6^{m},1 zurück und auf den erübrigenden beiden Enden ebenfalls, je um 3^{m},35. In der ursprünglichen Mauerflucht befindet sich dann eine Reihe von gusseisernen Säulen, welche 3^{m},2 hoch sind, 0^{m},25 Durchmesser und 13^{mm} Wandstärke besitzen und um 3^{m},58 von Mitte zu Mitte abstehen. Der mittlere, 17^{m},98 lange und 6^{m},1 breite Raum enthält das Wartezimmer, Billetausgabe, Wassercloset und Kellerräume. Das Wartezimmer ist 10^{m},97 lang, 3^{m},05 breit und 3^{m},5 hoch. Von dem nördlichen Ende führen eiserne Treppen ins Freie, welche 2^{m},44 breit sind. Die Tritte sind von Holz, und in der Mitte befindet sich ein 0^{m},91 hohes Geländer, mittelst dessen die Treppen der Länge nach getheilt sind. Die einen sind für die Ankommenden und die anderen für den Ausgang bestimmt. Auf dem Trottoir sind die Treppenausgänge mit einem Holzhäuschen 2^{m},44 und 3^{m},66 gross, welches Glasbedachung hat, überdeckt.

Die Station ist ebenso wie der Tunnel mit I-Balken und dazwischen gespannten Gewölben in der oben beschriebenen Weise geschlossen. Die Beleuchtung derselben geschieht durch die in Amerika sehr gebräuchlichen patent lights (eiserne Platten von 0^{m},91 Durchmesser mit eingesetzten Glasaugen), von denen 11 Stück im Trottoir unmittelbar über dem Wartesaal liegen, ferner durch das Glasdach des Treppenhauses und endlich durch die rechteckige Oeffnung im Mitteltunnel. Die Ventilation findet hauptsächlich durch letztere Oeffnung, zum Theil aber auch durch das Treppenhaus statt.

Die zweite in der 72ten Strasse 2,4 Kilom. von dem Central-Depôt entfernt liegende Station ist genau wie die hier eben beschriebene ausgeführt. Dagegen

unterscheidet sich die dritte (Fig. 1 u. 2, Taf. LXXXXVIII), in der 86ten Strasse und in gleicher Höhe mit der Mitte des Central-Park $3,5^{mm}$ von dem Central-Depôt entfernt liegende, wesentlich von derselben. Hier befinden sich die Perrons an der Aussenseite der Einfassungsmauern des mittleren Tunnels, also an der Innenseite der Localgleise. Dieselben sind $52^{m},42$ lang, $4^{m},17$ breit. Die den Perron vom mittleren Tunnel trennende Mauer ist $1^{m},22$ stark. An der vorderen Seite des Perrons in $1^{m},07$ Abstand von derselben stehen eiserne Säulen $3^{m},46$ hoch, von $0^{m},25$ Durchmesser. Die zwischen Strasse und Station liegende Decke ist ebenfalls aus I-Balken mit zwischengespannten flachen Gewölben in der bereits beschriebenen Weise hergestellt.

Die Billetausgabe liegt am Südende der Perrons in der Mitte der Strasse und einige Fuss unter deren Krone. Von beiden Seiten der letzteren führen je 4 Stufen nach derselben hinab. Von diesem Raume aus gehen in beiden Richtungen Treppen nach Podesten in den Seitentunnels, von wo aus rechtwinklig Treppen auf die Perrons führen. An den Nordenden der beiden Perrons liegen Wartezimmer. Dieselben sind $10^{m},67$ lang und $2^{m},44$ breit.

Die vierte Station (Fig. 1 u. 2, Taf. LXXXXIX) liegt $5^{m},1$ weit von dem Central-Bahnhofe bei der 110ten Strasse, oben auf dem Viaduct. Sie besteht aus einem Warteraum, der neben und parallel zu dem nördlichen Pfeiler der Unterführung der 110ten Strasse gelegen ist. Eiserne Treppen führen auf die zu beiden Aussenseiten des Viaducts oben auf demselben gelegenen Perrons.

Der $16^{m},3$ lange, $3^{m},05$ breite, $3^{m},83$ hohe durch ein Gewölbe überdeckte Warteraum liegt mit der Strasse in gleicher Höhe und ist von dem nördlichen Trottoir durch eine $3^{m},66$ breite und in der Mitte des Viaducts liegende Thür zugänglich. Hinter dem Warteraume liegen in einem $1^{m},83$ breiten und $2^{m},44$ hohen Raume Treppen, mittelst deren man zu beiden Seiten des Viaductes auf Podeste gelangt, die etwa $2^{m},3$ über Strasse liegen. Von diesen Podesten führen die schon erwähnten eisernen Treppen auf den Viaduct. Diese Treppen werden durch eingemauerte I-Balken getragen. Der Perron ist aus Holzbalken, die mit Bohlen überdeckt sind, gebildet und mit einem eisernen Geländer eingefasst. Die Holzbalken werden von eisernen I-Trägern getragen, welche mittelst $1^{m},83$ langer Anker im Mauerwerk befestigt sind und in einer Entfernung von $2^{m},21$ von Mitte zu Mitte liegen. Die Perrons sind $39^{m},8$ lang, $2^{m},5$ breit und ragen um $0^{m},91$ über die Aussenseite des Viaductes vor.

Die fünfte Station befindet sich zwischen der 125ten und 126ten Strasse im offenen Einschnitte. Ihre Entfernung vom Anfang der Bahn, bei der 42ten Strasse, beträgt $6^{m},4$ Kilom. Die Perrons sind auf den Aussenseiten der Localgleise angebracht (Fig. 3 u. 4, Taf. LXXXXIX) und sind $49^{m},99$ lang und $2^{m},44$ breit. Dieselben sind mit einem Dach aus gewelltem Eisenblech überdeckt. Bei der 125ten Strasse liegen die Locale, welche eine Fläche von $16^{m},15$ Länge und $3^{m},05$ Breite einnehmen, und es sind daselbst auch die nöthigen Treppen placirt.

Die Herstellungskosten dieser Bahn, ohne Betriebsmaterial und ohne Oberbau, in General-Unternehmung, betragen die Summe von $ 6,395,070 = ca. 24,301,000 Mk., oder $ 285 pro laufd. Fuss = ca. 3900 Mk. per laufd. Met. Bahn. Diese Kosten vertheilten sich wie folgt:

Erdarbeiten	$ 579,000
Felsarbeit in Einschnitten .	- 701,000
- - Tunnels . . .	- 255,000
Stützmauern	- 1,013,000

Parapet-Mauern	$	100,000
Fundament-Mauerwerk	-	238,000
Granit-Deckel	-	134,000
Fundament-Pfosten	-	70,000
Fundament-Pfähle	-	182,000
Beton	-	23,800
Beseitigung von Canal-, Wasser- und Gasleitungen	-	300,000
Drain-Röhren	-	6,800
Ballast	-	57,000
Ziegelmauerwerk im Gewölbe etc.	-	708,000
Blue stone (harter Sandstein)	-	34,300
Brücke von der 79ten Strasse, excl. Parapet, Deckeln, Erdarbeiten und Drainröhren	-	334,100
Eisenbrücken etc.	-	388,000
Schmiedeisen	-	498,500
Gusseisen	-	23,500
Eisengeländer	-	79,200
Filz	-	36,500
Provisorisches Gleis	-	50,000
10% für Unvorgesehenes	-	581,370
Summa	$	6,395,070

§ 6. Projectirte unterirdische Städtebahnen. — Ausser den oben beschriebenen Bahnen, von welchen die letzte mehr als Versuch zu betrachten ist, haben wir auf der ganzen Erde vorläufig noch kein einziges Beispiel dieser Art aufzuführen. Die unterirdische Bahn in Constantinopel gehört nicht in dieses Capitel, indem sie nicht mit gewöhnlichen Locomotiven, sondern mit Drahtseil und mittelst einer fixen Maschine betrieben wird. Der Vollständigkeit wegen erwähnen wir hier, dass diese von Galata nach Pera durch einen Tunnel führende zweigleisige Bahn 614^m lang ist, eine Höhendifferenz von 61^m mit einer ziemlich continuirlichen Steigung (1 : 10) überwindet und mit einer Geschwindigkeit von ca. 18 Kilom. per Stunde befahren wird. Die grösste Tiefe des Tunnels unter der Strasse beträgt 25^m. Die Bahn wird durch eine fixe Dampfmaschine von 70 Pferdekräften betrieben, und es kostete die erste Anlage 1,800,000 Mk. Die Fortsetzung dieser Seilbahn würde allerdings in vorliegendes Capitel gehören, es ist aber dieses Project durch die eingetretenen Verhältnisse noch sehr weit von seiner Verwirklichung entfernt.

In anderen Städten sind oft Projecte unterirdischer Bahnverbindungen, welche auch Omnibusverkehr führen sollten, aufgestellt worden; unseres Wissens ist aber kein einziges so weit ausgearbeitet und den vorhandenen Verhältnissen und Mitteln derart angepasst gewesen, dass es gegenwärtig Aussichten auf Verwirklichung hat.

In Paris, wo man mit der Zeit noch die meisten Chancen zu einer unterirdischen Städtebahn haben sollte, sind indessen die Verhältnisse schwieriger, als sie in London waren. Unter den vielen Projecten, welche dort zur Herstellung solcher Bahnen entworfen wurden, nennen wir dasjenige des Herrn A. E. Letellier, welches in den Verhandlungen der Pariser Ingenieur-Gesellschaft in den Jahren 1873 u. 1874 nebst anderen ähnlichen Projecten besprochen wurde und in deren Berichten beschrieben und abgebildet ist. Dasselbe enthält folgende Linien: a) eine Hauptlinie durch die Achse der Stadt, von der Bastille, resp. dem Bahnhofe von Vincennes, die Fortsetzung der Vincennes-Bahn bildend, über die Centralhallen durch die Rue de

Rivoli und Avenue des Champs Elysées über Neuilly durch das Bois de Boulogne bis an die Seine. b) Eine zweite darauf senkrechte Achsenlinie, von den Fortificationen bei Lachapelle über den Ost-Bahnhof, über die Centralhallen, über die Rue de Rennes bis zum West-Bahnhof. Diese Linie würde zwei diametral liegende Bahnhöfe (Lachapelle und West-Bahnhof) der bestehenden Ringbahn mit einander verbinden, während die Centralhallen im Mittelpunkte der Stadt, resp. der Ringbahn, gelegen sind. c) Eine dritte Linie geht spiralförmig von der ersten am Tuilerienplatz anfangend, sollte bei der Madeleine und der Opera über die Boulevards intérieurs zu den Bahnhöfen von Vincennes, Lyon und Orleans führen und würde dann concentrisch zu der Ringbahn weiter über die Seine und an den Boulevards extérieurs beim Nordbahnhof vorbei laufen, so dass sie beim Ost-Bahnhof an die zweite Achsenlinie anschliessen würde. d) Ausserdem ist eine Verbindung dieser Schneckenlinie von der Opera aus bei dem St. Lazare-Bahnhofe, bis auf die Boulevards extérieurs nebst verschiedenen anderen, später zu erbauenden Linien, inbegriffen gewesen.

In den Hauptzügen ist dieses Project jedenfalls zweckmässig. Es fand aber selbst in der Ingenieur-Gesellschaft zahlreiche und einflussreiche Widersacher und bei der Finanzwelt nur eine kühle Aufnahme.

Herr A. Desprès hatte, für den Anfang, nur zwei Linien in Vorschlag gebracht:

1) Eine Transit-Linie von St. Denis nach Choisy-le-Roi, und
2) eine Bahn von der Saint-Cloud-Brücke an die erstere Linie durch das Bois de Boulogne, durch die Boulevards de Centre & Bercy mit Zweigbahnen nach dem Bois de Boulogne in Asnières.

Die erstere Linie sollte die Eisenbahnen du Nord, de l'Est, de Vincennes, de Lyon und d'Orléans kurz und unabhängig von der Ringbahn verbinden.

Die zweite Linie, welche Paris schneidet, soll die Seine-Brücken und die innere Stadt mit allen Bahnhöfen in Verbindung bringen.

Ein anderes interessantes Project von Herrn Vauthier findet man in den besagten Mémoires de la Soc. des Ing^{s} civ^{s}, Sitzung vom 4. April 1873 beschrieben.

Die zur Untersuchung der Frage der unterirdischen Städtebahnen für Paris in der Ingenieur-Gesellschaft zusammengesetzte Commission hatte sich für zwei unterirdische Hauptlinien ausgesprochen. Die eine sollte von Bois de Boulogne über die inneren Boulevards nach der Bastille gehen, und die andere sollte von Norden bis Süden ganz Paris durchfahren. Dagegen sprach sich diese Commission entschieden gegen jedes Project einer Luftbahn aus, was charakterisch erscheint.

Auf Projecte anderer Hauptstädte übergehend, erwähnen wir nur dasjenige von Wien, über welches wir aber nichts mehr mitzutheilen im Stande sind, als in der Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architecten-Vereins seinerzeit mitgetheilt wurde, auf welche Quelle wir diesbezüglich verweisen.

§ 7. Mittel zur Verbesserung der Tunnelluft. — Der Einführung und Verbreitung von unterirdischen Städtebahnen stehen nicht allein die hohen Herstellungskosten und die Schwierigkeiten betreffs der Bauanlagen im Wege. Eine der Hauptursachen, welche in vielen Fällen gegen die Einführung solcher Bahnen sprechen, ist der schwierige Betrieb langer Tunnelstrecken, und in erster Linie auch die Unannehmlichkeiten der verdorbenen, mit Rauch, schlechten Gasen u. a. verunreinigten Tunnelluft, deren Beseitigung wir mit dem Ausdruck »Sanirung der Tunnelluft« bezeichnen. Dieser Zweck lässt sich in zwei Richtungen verfolgen: nämlich 1) dadurch, dass man die Production schlechter Gase u. ä. möglichst verringert und 2) dadurch, dass man solche Tunnelstrecken möglichst ventilirt. — Um die Production von Dampf

u. ä. in langen Tunnelstrecken möglichst zu beschränken, hat man bei den unterirdischen Eisenbahnen Londons die oben bereits beschriebene und Fig. 1—4, p. 634 u. 635 abgebildete Einrichtung getroffen, dass man den Dampf und den Rauch in besondere, an der Locomotive angebrachte Condensatoren führt, welche von genügender Grösse sein müssen, damit die Temperatur des Condensationswassers nicht zu hoch steigt. Dabei müssen aber alle Züge und Thüren geschlossen werden, wodurch die Dampfentwickelung unterbrochen wird.

Eine Commission, welche seinerzeit in Paris behufs Untersuchung der Frage unterirdischer Eisenbahnen aus Fachmännern ersten Ranges zusammengesetzt wurde, beschäftigte sich auch mit diesem Gegenstand und äusserte sich folgendermaassen:

»Man wollte anfangs sehen, ob es nicht möglich wäre, das Befahren langer Tunnelstrecken zu bewirken, ohne in derselben Zeit Dampf zu entwickeln, was durch einen Kessel von genügender Grösse erzielt werden könnte. Mit einer Locomotive von 50 bis 52 Tonnen (die Londoner wiegen 42 Tonnen) könnte man bei einiger Vorsicht 5 bis 6 Kilom. weit fahren, ohne während dieser Zeit zu heizen.«

»Eine andere Lösung dieser Frage hatte man durch Anwendung des Soufleurs während des Anhaltens versucht. Die an 6 verschiedenen Locomotiven angestellten Versuche haben ergeben, dass man auf diese Art im Stande ist, in 29 bis 75 Sec. den Dampfdruck um 1 Atmosphäre zu erhöhen. Man könnte viel wirksamere Soufleurs zu diesem Zwecke construiren, und ausserdem dürfte die Spannung von Station zu Station kaum um eine Atmosphäre fallen. Die Locomotiven müssen unter einen Schacht gefahren werden, welcher während des Anblasens die Producte in die freie Luft führen würde.

Herr Charpentier hatte zum Befahren langer unterirdischer Strecken eine Gaslocomotive in Vorschlag gebracht. Die Heizung sollte durch Gas erfolgen, und der Dampf müsste condensirt werden. Statt Coke wird auf dem Tender ein Kessel von 33,36 Cubikm. Inhalt mitgeführt, welcher das für eine Fahrt erforderliche Gas in comprimirtem Zustande enthält. Das Gas strömt von der Stelle, wo sonst der Rost befindlich ist, durch 20 Löcher in einen Raum, aus welchem Luft zugeführt wird, mischt sich mit dieser und tritt als Flamme in die Feuerbüchse. Die Verbrennungsgase ziehen durch die Heizröhren in die Rauchkästen, werden durch Seitencanäle in Wasserbehälter zu beiden Seiten der Locomotive geleitet, müssen durch das Wasser durchgehen und strömen nach unten aus, nur aus Kohlensäure, Stickstoff und etwas Wasserdampf bestehend, die in so geringen Mengen unschädlich sind. Ein Schornstein ist nicht vorhanden; die zur Verbrennung erforderliche Luftmenge (0,115 Kilogr. für jede Sec.) muss also, da jeder Zug wegfällt, in die Luftkammer gepresst werden, und zwar durch einen Ventilator an der Seite der Locomotive, der direct durch eine kleine Dampfmaschine getrieben wird. Das Innere des Heizraumes steht nicht unter einfachem Atmosphärendruck, sondern unter einem Ueberdruck von 0^m,21 Wassersäule. Mit dieser Pressung treten Gas und Luft in den Heizraum. Ein Druckregulator am Gaskessel, bestehend aus einer ins Wasser eintauchenden beschwerten Gasglocke, an der ein Ventil aufgehängt ist, bezweckt das Ausströmen des Gases unter constantem Druck.

Ebenfalls zu beiden Seiten der Maschine befinden sich Wasserbehälter mit 3,693 Cubikm. Inhalt, die von 32 Röhren durchzogen, einen Oberflächen-Condensator mit 15 $\square^m$ Abkühlungsfläche bilden. Das darin befindliche Wasser muss genügend oft durch frisches ersetzt werden.

Jede Endstation müsste mit einer Gasanstalt versehen sein, die aber nicht

Leuchtgas, sondern Generatorgas bereitet. Die Generatoren haben eine ähnliche Form wie Hochöfen, sind aber unten mit einem Rost versehen, durch welchen die mit Wasserdampf gemischte Luft eingeblasen wird. Werden dieselben von oben gefüllt und unten entzündet so strömen die Gase heraus, werden durch einfache Wasserreinigung vom Theer gereinigt und in einem Gasometer gesammelt, von wo das Gas mittelst einer Compressionspumpe in den Tender gepumpt wird.

Auf diese Art will der Erfinder 20% Ersparniss gegenüber dem gewöhnlichen Fahren mit geschlossener Klappe erzielen. Jedenfalls könnte die Gaslocomotive in manchen Fällen zweckmässig sein.

Ausserdem wurden verschiedene andere Constructionen zu ähnlichem Zwecke entworfen und versucht, unter welchen noch die Luftlocomotive Erwähnung verdient. Dieselbe wurde bei dem Bau des Gotthardtunnels verwendet. Ihre Anwendung zum Betrieb von unterirdischen Städtebahnen ist aber sehr unwahrscheinlich, vielleicht in demselben Maasse, als es bei denjenigen Projecten der Fall ist, welche mittelst gespannter Spiralfedern getrieben werden sollten.

Noch zahlreicher sind die Projecte zur künstlichen Ventilation von langen Tunneln, welche viel befahren werden, obwohl sich von allen den bisherigen Anordnungen nur hinreichende Ventilationsschächte und Laternen einigermaassen bewährt haben. Amerika ist mit derartigen Erfindungen besonders gesegnet. Eine davon besteht z. B. darin, dass man mittelst starker Ventilatoren die Luft nach Belieben durch den Gewölbscheitel einströmen oder ausströmen lassen will, dabei aber die Tunnels mit automatischen Thoren versieht, welche der Zug beim Durchfahren schliesst oder öffnet und so den Tunnel absperren soll.

Bisher bleibt das einzige Mittel zur Erreichung einer guten Luft das, den Tunnel möglichst offen zu halten, was allerdings oft das Unternehmen finanziell unmöglich machen wird. Aber selbst in günstigen Fällen werden unterirdische Städtebahnen kaum unter 4000 Mk. per laufd. Met. Bahn herzustellen sein, welcher Umstand das seltene Vorkommen dieser sonst so nützlichen Anstalten vollständig erklärt und wohl dazu berechtigt, an der Möglichkeit ihrer allgmeineren Verbreitung zu zweifeln, — es müsste denn sein, dass der Staat in Zukunft im Stande wäre, solche Arbeiten reichlich zu unterstützen.

Literatur-Nachweis.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1863, p. 57.
Annales des ponts et chaussées 1866 und 1873.
Mémoires des Ingénieurs Civils 1873.
Scientific Américain 1872 etc. und nach ihm Engineering 1874 u. a.
Railroad-Gazette seit 1863.
Engineering und Engineer, fast in allen Jahrgängen seit 1863.
Zeitschrift des Hannov. Arch.- u. Ingenieur-Vereins 1872 etc.
Zeitschrift des Oesterr. Arch.- u. Ing.-Vereins 1869 etc.
Allgemeine Bauzeitung 1876.
Zeitschrift für Bauwesen 1877. IV.—VII. Heft.
Hartwich, E., Aphorismen über Engl. Eisenbahnwesen.
Schwabe, H., Studien über Engl. Eisenbahnwesen u. s. w.: Ueber das Engl. Eisenbahnwesen (Neue Folge), sowie Aufsätze in Erbkam's Zeitschr. für Bauwesen.
Pontzen, Bericht über das Amerik. Eisenbahnwesen, in den Oesterr. Weltausstellungs-Berichten.
Locomotive Engineering by Zerah Colburn.
Minutes of Proceedings of the Inst. of Civ. Engineers.



